



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**EFEITO DO MEIO DE ARMAZENAMENTO DE DENTES
DECÍDUOS NA FORÇA DE ADESÃO DE *BRACKETS*
ORTODÔNTICOS**

Trabalho submetido por
Inês Catarina Roque Ferreira
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Outubro de 2018



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**EFEITO DO MEIO DE ARMAZENAMENTO DE DENTES
DECÍDUOS NA FORÇA DE ADESÃO DE *BRACKETS*
ORTODÔNTICOS**

Trabalho submetido por
Inês Catarina Roque Ferreira
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor Pedro Mariano Pereira

Outubro de 2018

Agradecimentos

Quero agradecer em primeiro lugar ao meu orientador, Prof. Doutor Pedro Mariano Pereira, por toda a entrega, dedicação, simpatia e disponibilidade sempre demonstradas, bem como por todos os conhecimentos transmitidos.

Ao Instituto Universitário Egas Moniz, minha segunda casa nos últimos 5 anos, e a todos os professores e funcionários pelo enorme contributo para a minha formação pessoal e profissional. O espírito vivido na Egas Moniz é único e incomparável.

Ao Prof. Doutor Mário Polido por disponibilizar o Laboratório de Biomateriais e pela prontidão no esclarecimento de dúvidas.

Ao Prof. Doutor Pedro Oliveira por disponibilizar o Laboratório de Morfologia e por toda simpatia e disponibilidade sempre demonstrada.

Ao Prof. Doutor Luís Proença pela ajuda dada na análise estatística e tratamento de dados.

Aos meus pais, por me terem proporcionado a oportunidade de estudar sem reservas, por todos os sacrifícios que fizeram para que eu pudesse alcançar os meus objetivos e por todo o apoio, amor e paciência.

À Joana, melhor amiga incansável, presente do primeiro ao último dia. Palavras não chegam para agradecer toda a amizade, carinho, apoio e ensinamentos.

Ao Filipe, uma das maiores surpresas que a Egas Moniz me reservou, por todo o carinho, compreensão e apoio dados no decorrer deste trabalho.

A todos os amigos que esta Instituição me trouxe, e que são agora amigos para a vida, pelas vivências partilhadas, pelo companheirismo, entajuda e por tornarem tudo mais fácil.

RESUMO

Objetivos: O principal objetivo deste trabalho passa por determinar qual dos três meios testados é o mais indicado para o armazenamento de dentes decíduos usados em estudos *in vitro* sobre a força de adesão de *brackets* ortodônticos.

Materiais e Métodos: Um total de 48 dentes decíduos recém extraídos foram distribuídos por três meios comumente utilizados no armazenamento de dentes utilizados em estudos *in vitro*: água destilada, formalina a 10% e cloramina T a 1%. Decorridos em média dois meses, os dentes foram retirados dos meios e foi feita a cimentação dos *brackets* ortodônticos utilizando o sistema adesivo *Transbond XT*[®] (3M Unitek, Monrovia, USA). As amostras foram montadas em cilindros de resina acrílica autopolimerizável e submetidas ao teste de cisalhamento utilizando uma máquina de testes universal de forma a avaliar a resistência adesiva entre o *bracket* e o esmalte. Posteriormente, a base de cada *bracket* foi observada, e recorrendo ao índice de adesivo remanescente, foi avaliado qualitativamente o adesivo presente na mesma.

Resultados: Foram observados valores médios de adesão mais elevados para os dentes armazenados em formalina (7,54 MPa), seguidos daqueles armazenados em água destilada que apresentaram um valor médio de 6,99 MPa de força de adesão. O valor médio mais baixo (6,07 MPa) foi encontrado nos espécimes armazenados em cloramina T. Apesar desta pequena divergência de valores, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os três grupos testados, tanto no que diz respeito à força de adesão dos *brackets* ortodônticos ($p=0,395$), como nos valores de IAR ($p=0,413$).

Conclusão: Nenhum dos três meios de armazenamento estudados parece ter influência na força de adesão de *brackets* ortodônticos em dentes decíduos nem sobre o local onde ocorre a falha adesiva.

Palavras-chave: Meios de armazenamento, dentes decíduos, força de adesão, *brackets*.

ABSTRACT

Aims: The purpose of this study was to determine which one of the three storage solutions is the most suitable for the storage of deciduous teeth used in bond strength testing in orthodontics.

Materials and Methods: A total of 48 freshly extracted deciduous teeth were distributed among three solutions commonly used for storage teeth used in in vitro studies: distilled water, 10% formalin and 1% chloramine T. After an average storage period of two months, the teeth were bonded with *Transbond XT*[®] (3M Unitek, Monrovia, USA) using a conventional bracket bonding technique. The teeth were mounted in acrylic cylinders and tested in the shear-peel mode using an universal testing machine. After debonding, a stereomicroscope was used to examine the bracket base and determine the adhesive remnant index.

Results: The results showed that 10% formalin had the highest mean shear bond strength (7,54 MPa), while the samples stored in chloramine T exhibited the lowest values (6,07 MPa). Despite this disparity, there were no statistically significant differences between the three groups for the bond strength ($p=0,395$) and for the ARI values ($p=0,413$).

Conclusion: None of the studied storage media seems to have influence on bond strength of orthodontic brackets in primary teeth. Likewise, the various storage media did not affect where the bond failure occurred.

Keywords: storage media, deciduous teeth, bond strength, brackets

ÍNDICE

I. INTRODUÇÃO	13
1.1. Contextualização e justificação do trabalho.....	13
1.2. Objetivos.....	14
1.3. Metodologia da investigação.....	15
1.4. Revisão bibliográfica.....	16
1.4.1.Estrutura e composição dos dentes decíduos	16
1.4.1.1. A microestrutura do esmalte.....	17
1.4.2.A adesão em ortodontia.....	19
1.4.2.1. Profilaxia.....	21
1.4.2.2. Condicionamento ácido	22
1.4.2.3. <i>Primer</i>	24
1.4.2.4. <i>Self-etching primers</i> (SEP).....	25
1.4.2.5. Sistemas adesivos ortodônticos.....	26
1.4.2.6. Polimerização	28
1.4.2.7. <i>Brackets</i> Ortodônticos	30
1.4.3.Remoção de brackets ortodônticos	31
1.4.4.Estudos da capacidade adesiva testes in vitro	35
1.4.4.1. Índice de adesivo remanescente (IAR).....	38
1.4.5.Meios de armazenamento de dentes.....	40
II. MATERIAIS E MÉTODOS	45
2.1. Método de pesquisa bibliográfica.....	45
2.2. Considerações éticas.....	45
2.3. Local de estudo.....	45

2.4. A amostra.....	46
2.5. Caracterização da amostra.....	46
2.6. Metodologia da investigação.....	47
2.6.1.Cimentação dos <i>brackets</i>	47
2.6.2.Montagem dos dentes em cilindros de resina acrílica.....	49
2.6.3.Resistência adesiva ao cisalhamento.....	50
2.6.4.Avaliação à lupa estereomicroscópica	53
2.7. Questões da investigação.....	56
2.8. Metodologia estatística.....	56
III.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
3.1. Resultados.....	59
3.1.1.Resistência adesiva.....	59
3.1.2.Índice de Adesivo Remanescente e caracterização da falha adesiva	62
3.2. Discussão.....	65
3.2.1.Escolha da investigação	65
3.2.2.Escolha do método de investigação e seleção da amostra	66
3.2.3.Discussão dos resultados.....	68
3.2.4.Limitações da investigação	71
3.2.5.Sugestões para estudos futuros.....	71
IV.CONCLUSÃO.....	73
V. BIBLIOGRAFIA.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Fotografias de corte transversal de um canino e de um molar decíduos.	16
Figura 2- Imagem de microscopia electrónica de varrimento (SEM) de um molar permanente.....	18
Figura 3- Imagem de SEM de um molar decíduo.	18
Figura 4- Imagens de microscopia electrónica de varrimento da superfície do esmalte..	24
Figura 5- Representação da relação entre o <i>bracket</i> e a ansa utilizada para aplicar a força de cisalhamento	37
Figura 6 – Superfície do dente representativa de cada um dos índices de adesivo remanescente	39
Figura 7- <i>Brackets</i> metálicos de pré-molares	47
Figura 8- Sistema adesivo ortodôntico utilizado <i>Transbond™ XT®</i>	48
Figura 9- Fotopolimerizador <i>Ortholux® Luminous Curing Light</i>	49
Figura 10- Canino decíduo com <i>bracket</i> cimentado na sua face vestibular	49
Figura 11- Anel de aço	50
Figura 12- Dente decíduo incluído em resina acrílica autopolimerizável	50
Figura 13- Máquina de testes Universal (<i>Shimadzu® Autograph AG-IS</i>)	51
Figura 14- Jig de aço inoxidável com ansa do mesmo material	51
Figura 15- Amostra posicionada no braço fixo na máquina e jig com a ansa posicionada no braço móvel	52
Figura 16- Limites da base do bracket marcados para cálculo da área no programa ImageJ	53
Figura 17- Lupa estereomicroscópica <i>Leica® MZ6</i> com câmara <i>Leica® DFC 290HD</i> acoplada.....	54
Figura 18- Base dos brackets representativa de cada um dos índices de adesivo remanescente	55
Figura 19- Box-plot dos valores de resistência adesiva obtidos.....	60

Figura 20- Frequência absoluta das amostras, por grupo, segundo o IAR.....	63
Figura 21- Frequência absoluta das amostras, por grupo, segundo o tipo de falha adesiva	63
Figura 22- Tipos de falha adesiva ocorridos nos espécimes armazenados em água destilada.....	64
Figura 23- Tipos de falha adesiva ocorridos nos espécimes armazenados em formalina a 10%	64
Figura 24- Tipos de falha adesiva ocorridos nos espécimes armazenados em cloramina T a 1%	64
Figura 25- Comparação do valor médio de força de adesão (MPa) obtidos nos dois estudos, segundo o meio de armazenamento.....	69

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Índice de Adesivo Remanescente (Årtun e Bergland em 1984)	38
Tabela 2- Critérios de inclusão e exclusão das amostras.....	46
Tabela 3- Distribuição dos dentes por grupo, segundo o tipo de dente.....	47
Tabela 4 - Índice de Adesivo Remanescente modificado.....	55
Tabela 5- Valores da força de adesão obtidos nos três grupos, em MegaPascals	59
Tabela 6- Análise descritiva dos valores de resistência adesiva obtidos.....	60
Tabela 7- Testes de normalidade Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-wilk.....	61
Tabela 8- Teste de homogeneidade de variâncias	61
Tabela 9- Análise de variância (ANOVA one-way)	62
Tabela 10- Distribuição das amostras, por grupo, segundo o IAR.....	62
Tabela 11- Comparação dos valores de resistência adesiva obtidos no nosso estudo e no estudo de Jaffet et al (2009).....	69

LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA – *Analysis of Variance*

Bis-GMA – Bisfenol-A-glicidil metacrilato

CIV – Cimento de Ionómero de Vidro

CIVMR – Cimento de Ionómero de Vidro Modificado por Resina

H₀ – Hipótese nula

H₁ – Hipótese alternativa

HEMA - 2-hidroxietil metacrilato

IAB – Interface adesivo-*bracket*

IAR – Índice de Adesivo Remanescente

IEA – Interface esmalte-adesivo

ISO – *International Organization for standardization*

IUEM – Instituto Universitário Egas Moniz

kN - KiloNewton

LED - *light-emitting diodes*

mm² - milímetros quadrados

Mpa –Mega Pascal

Nm – Nanómetros

SEM – Microscopia eletrónica de varrimento

SEP – *Self-etch primer*

SPSS – *Statistical Package for the Social Sciences*

TEGDMA - Trietilenoglicol dimetacrilato

UDMA - Uretano dimetacrilato

I. INTRODUÇÃO

1.1.Contextualização e justificação do trabalho

Com o aparecimento da adesão em ortodontia nos anos 60, começaram a ser realizados inúmeros estudos sobre a força de adesão dos *brackets* ao esmalte com o objetivo de avaliar tanto o desempenho de diferentes sistemas adesivos ortodônticos, como os vários protocolos de adesão utilizados (Klocke & Kahl-Nieke, 2005; Reena, Gill, & Miglani, 2011).

A maioria dos sistemas adesivos usados em ortodontia, no que diz respeito à força de adesão e biocompatibilidade, são testados *in vitro* em dentes humanos ou de bovino, uma vez que são levantadas diversas questões éticas e clínicas que impossibilitam que estes materiais sejam testados *in vivo* (Reena et al., 2011).

Os dentes usados na realização de estudos *in vitro* são uma potencial fonte de infecção cruzada e, como tal, devem ser desinfetados e posteriormente armazenados para prevenir a sua desidratação. Armazenar os dentes em determinadas soluções diminui o crescimento bacteriano, viral e fúngico, previne a dessecação do esmalte e permite que os dentes sejam guardados antes de serem usados em estudos (Jaffer, Oesterle, & Newman, 2009). São vários os meios nos quais os dentes podem ser conservados, porém estes podem afetar os resultados, visto que há a possibilidade de alterarem a integridade do esmalte o que pode influenciar a força de adesão obtida. Assim, o meio no qual os dentes são armazenados não pode ser considerado uma variável negligenciável (Reena et al., 2011; Sachdeva, 2012; Maranhão, 2009).

Diversos estudos foram publicados acerca dos efeitos que vários meios de armazenamento têm na força de adesão de resinas compostas em dentes de bovino (Titley, Chernecky, Rossouw, & Kulkarni, 1998) e em dentes humanos (Goodis et al., 1993). Mais recentemente, foi publicado um estudo por Jaffer et al (2009), que mostrou que o meio de armazenamento escolhido pode realmente afetar a adesão de *brackets* ortodônticos. No entanto, até agora, nenhum estudo determinou o efeito que o meio de armazenamento escolhido tem na força de adesão de *brackets* em dentes decíduos.

Várias formas de má oclusão são desenvolvidas na dentição decídua e mista, e o seu tratamento precoce é recomendado para melhorar o desenvolvimento dentário e

esquelético antes da dentição permanente estar completa. As más oclusões que envolvem dentes decíduos, por norma, são mais simples e fáceis de corrigir do que aquelas que evoluem até à dentição permanente. Ademais, o tratamento ortodôntico intercetivo pode evitar que seja necessária uma segunda fase de tratamento durante a dentição permanente ou diminuir o tempo da mesma. Através da adesão de *brackets*, os dentes decíduos podem ser movimentados para permitir uma melhor relação intermaxilar, para arranjar espaço para a dentição definitiva ou para serem usados como âncoras para um movimento mais eficiente dos dentes permanentes (Endo, Mizutani, & Ozoe, 2006).

Existem poucos estudos sobre a adesão de *brackets* a dentes decíduos, apesar de, ao longo dos anos, ter vindo a ser feita uma extensa e detalhada investigação com dentes permanente (Endo et al., 2006). Em 2008, um estudo de Endo et al, ao comparar a força de adesão de *brackets* ortodônticos entre dentes permanentes e decíduos, mostrou que nestes últimos a força de adesão era menor. Sendo o tratamento ortodôntico intercetivo tão importante e cada vez mais utilizado, torna-se necessário que sejam realizados mais estudos sobre a adesão de *brackets* a dentes decíduos. Assim, sendo o meio de armazenamento uma das variáveis que podem influenciar os resultados dos estudos, é relevante saber qual o melhor meio para o efeito, isto é, aquele que mantém a sua integridade e não influencia os resultados obtidos.

1.2.Objetivos

O principal objetivo deste trabalho é determinar qual o meio mais indicado para o armazenamento de dentes decíduos, ou seja, aquele que provoca menos alterações na integridade do esmalte e consequentemente nos permite obter resultados mais próximos daqueles que obteríamos num estudo *in vivo*.

Para tal, foi avaliado o efeito de três meios comumente usados para o armazenamento de dentes (água destilada, formalina a 10% e cloramina a 1%) na força de adesão de *brackets* ortodônticos em dentes decíduos humanos. Foi também determinado o local onde ocorre a falha na adesão aquando da descolagem do *bracket* com o propósito de perceber se existe alguma relação entre este e o meio de armazenamento.

Este trabalho pretende assim contribuir para o estabelecimento de um consenso na metodologia utilizada nos testes de resistência adesiva *in vitro* em ortodontia, importante para facilitar a comparação de resultados entre estudos e assim prestar orientações mais práticas e seguras ao médico dentista.

1.3. Metodologia de investigação

Para a realização deste trabalho foram utilizados 48 dentes decíduos humanos, com as faces vestibulares clinicamente híginas que foram extraídos por indicações clínicas. Os dentes foram distribuídos por três grupos com 16 amostras cada. O grupo I foi armazenado em água destilada, o grupo II em formalina a 10% e o grupo III em cloramina T a 1%. As amostras em média, permaneceram nos meios durante dois meses.

Decorrido este tempo, os dentes foram retirados dos meios e foi feita a cimentação dos *brackets* ortodônticos utilizando o sistema adesivo *Transbond XT*¹. As amostras foram depois armazenadas em água destilada durante 24 horas. Depois, todos os dentes foram montados em cilindros de resina acrílica autopolimerizável *ProBase Cold*² de forma a uniformizar a posição em que foram realizados os procedimentos laboratoriais. No mesmo dia, foi avaliada a resistência adesiva entre o *bracket* e o esmalte, submetendo cada amostra ao teste de cisalhamento utilizando uma máquina de testes universal (*Shimadzu*³ *Autograph AG-IS*)³ a uma velocidade de um milímetro por minuto até à descolagem do *bracket*.

Após o descolamento do *bracket*, foi usada uma lupa estereomicroscópica *Leica*⁴ *MZ6*⁴ com uma câmara *Leica*⁴ *DFC 290HD*⁴ acoplada, com um fator de ampliação de vinte vezes, para obter fotografias da base do *bracket*. Através destas, a base de cada *bracket* foi observada e, recorrendo ao Índice de Adesivo Remanescente (IAR), foi avaliado qualitativamente o adesivo ainda presente na mesma. Este índice permitiu ainda determinar o local onde ocorreu a falha adesiva.

¹ 3M Unitek, Monrovia, USA

² Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein

³ Shimadzu Corporation, Tóquio, Japão

⁴ Leica, Wetzlar, Germany

1.4. Revisão bibliográfica

1.4.1. Estrutura e composição dos dentes decíduos

A estrutura básica de um dente decíduo é a mesma que a de um dente permanente, isto é, é constituído por esmalte, dentina, cimento e polpa (figura 1).

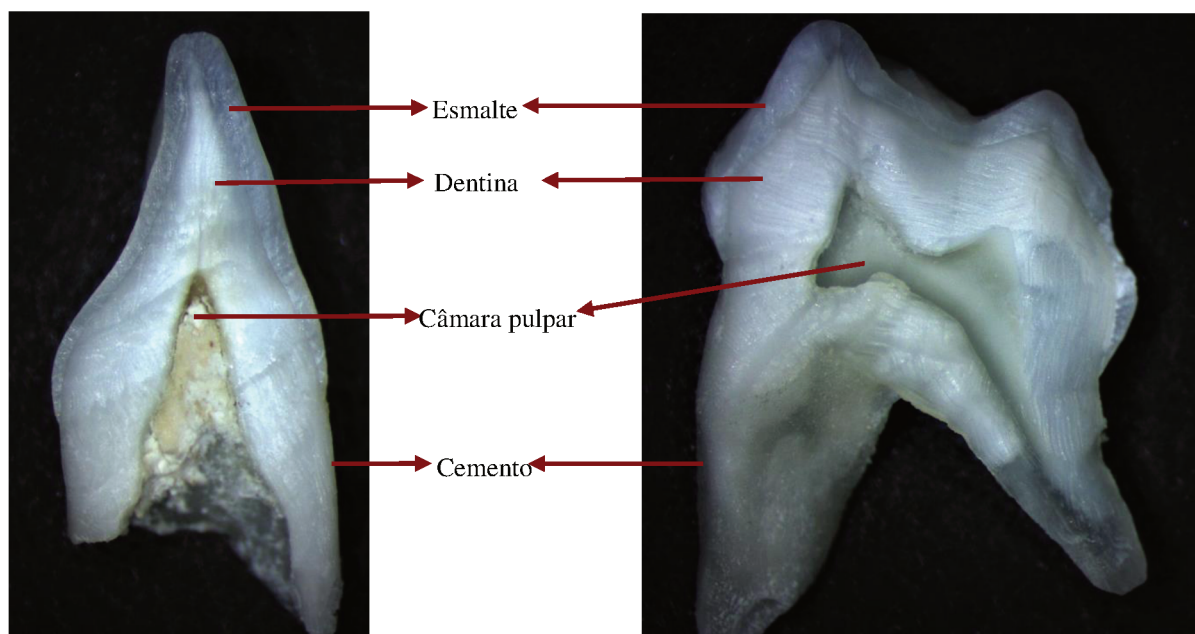


Figura 1- Fotografias de corte transversal de um canino e de um molar decíduos obtidas recorrendo a uma lupa estereomicroscópica (*Leica*® MZ6).

O cimento reveste toda a raiz do dente e contribui para a sua ancoragem através da continuidade entre as fibras de colagénio e as fibras principais do ligamento periodontal. A dentina corresponde ao principal constituinte do dente em peso e em volume, apresentando uma rede de túbulos dentinários que atravessam toda a sua espessura, contendo as extensões citoplasmáticas dos odontoblastos, as que estiveram envolvidas na formação da dentina e agora contribuem para a sua manutenção. É menos densa que o esmalte, devido ao menor volume mineral (cerca de 60%), conferindo flexibilidade ao dente e prevenindo assim a fratura do esmalte friável sobrejacente. O esmalte reveste a coroa do dente e é o tecido mais mineralizado e duro do corpo humano graças ao seu elevado conteúdo mineral (cerca de 96%). Esta propriedade, juntamente

com a sua complexa organização estrutural, permite-lhe resistir às forças mecânicas aplicadas durante a mastigação (Nanci, 2017; Oliveira, Torres, Gomes-silva, Chinelatti, & Menezes, 2010).

No entanto, apesar da estrutura básica ser semelhante, as duas dentições diferem em alguns aspetos na sua composição e morfologia. A formação e mineralização dos dentes decíduos ocorre durante cerca de 6 a 14 meses enquanto nos dentes permanentes esta etapa pode levar 3 a 4 anos até estar completa, estabelecendo desde logo uma diferença na composição das duas dentições. Assim, sendo o período de formação da coroa decídua mais curto, o tempo para maturação é também mais reduzido, o que se traduz em camadas de esmalte e de dentina mais finas e menos mineralizadas que os seus sucessores permanentes (Kakaboura & Papagiannoulis, 2005; Wilson & Beynon, 1989).

1.4.1.1. A microestrutura do esmalte

O esmalte dentário é um tecido acelular altamente mineralizado, sendo constituído aproximadamente por 96% de matéria inorgânica e os restantes 4% de matéria orgânica e água. A matéria orgânica consiste maioritariamente em proteínas insolúveis e pequenas quantidades de hidratos de carbono e lípidos. Estas proteínas são predominantemente as amelogeninas e as enamelinas, onde as primeiras são encontradas com mais frequência no esmalte imaturo e as segundas no esmalte maturo (Nanci, 2017). Por outro lado, a fase mineral consiste quase exclusivamente numa forma impura de hidroxiapatite $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$, pois pela sua estrutura treliça facilita a incorporação de elementos inorgânicos que estão ausentes na sua forma pura (Zamudio-Ortega et al., 2014).

A unidade básica do esmalte é o prisma de esmalte que resulta da organização dos cristais de hidroxiapatite em feixes de aproximadamente 1000 cristais. Os prismas estão orientados perpendicularmente desde a junção amelodentinária, onde apresentam cerca de três micrómetros de largura, em direção à superfície, apresentando a esse nível cerca de seis micrómetros de largura. Na zona que circunda os prismas, denominada interprismática, os cristais apresentam-se sem orientação específica e menos condensados, pelo que esta zona contém mais água e proteínas do que nos prismas em si (Nanci, 2017; Oliveira et al., 2010).

A camada mais superficial do esmalte apresenta-se como uma estrutura de tecido aprismático, a camada aprismática. Vários estudos têm demonstrado que esta é mais frequente, mais espessa e mais uniforme em dentes decíduos que em permanentes (Whittaker, 1982). Um estudo realizado por Whittaker em 1982 mostrou que, dos dentes analisados, mais de 60% dos decíduos apresentavam uma camada aprismática com uma espessura compreendida entre 16 e 45 μ m enquanto que metade dos permanentes tinham uma zona aprismática de menos de 5 μ m (figuras 2 e 3). Nos dentes permanentes, a zona da face vestibular onde a camada de esmalte aprismático tende a ser mais comum situa-se no terço gengival da coroa. Nos dentes decíduos esta zona encontra-se no terço médio, precisamente na zona onde o *bracket* é cimentado (Endo et al., 2008).

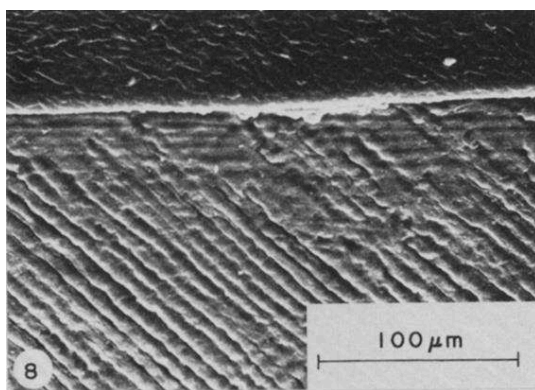


Figura 2- Imagem de microscopia electrónica de varrimento (SEM) de um molar permanente. Os grupos de prismas de esmalte na superfície do dente apresentam limites indistintos resultando em arranjos de esmalte aprismático pouco definidos e de pouca espessura (Adaptado de Whittaker, 1982).

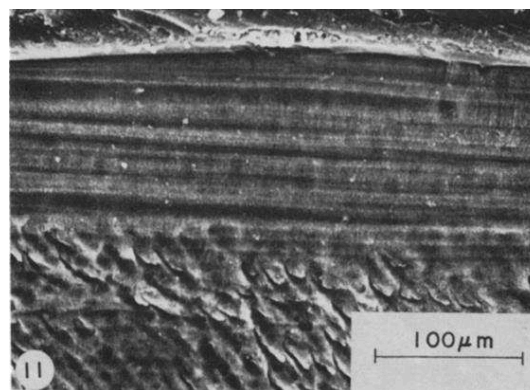


Figura 3- Imagem de SEM de um molar decíduo. Apresenta uma zona de esmalte aprismático bem definida e de espessura uniforme (Adaptado de Whittaker, 1982).

A orientação dos cristais de hidroxiapatite na camada aprismática é diferente daquela encontrada no esmalte prismático. No primeiro, que se apresenta como uma camada uniforme e homogénea, os cristais estão dispostos unidirecionalmente, paralelos uns aos outros e perpendiculares à superfície do esmalte. Contrariamente, o esmalte prismático exhibe mudanças de orientação dos cristais em cada prisma (Gwinnett, 1966; Ripa, Gwinnett, & Buonocore, 1966). A presença desta camada aprismática parece interferir com o processo de condicionamento ácido do esmalte ao torná-lo mais resistente

ao mesmo e, conseqüentemente, influenciar negativamente a adesão de materiais resinosos

Em 2010, Oliveira et al, estudaram as diferenças na composição mineral e na microestrutura entre molares decíduos e molares permanentes observando que a densidade de prismas de esmalte (número de prismas por mm²) é maior nos primeiros, aumentando desde a superfície até à junção amelodentinária. Neste estudo foram também examinadas as quantidades de cálcio e fósforo, apresentando o esmalte dos dentes permanentes valores mais elevados. Os autores referem também, que os dentes decíduos possuem uma camada de esmalte mais fina, mais macia e mais propensa à fratura quando comparada com os dentes permanentes.

A camada aprismática, a menor espessura de esmalte, a maior porosidade e a menor mineralização são características únicas do esmalte decíduo relacionadas com a sua função e com a sua curta permanência na cavidade oral. Como tal, o comportamento dos dentes primários parece ser diferente sob determinadas condições como cáries, erosão e mecanismo de adesão.

1.4.2. A adesão em ortodontia

A introdução da adesão na ortodontia teve um efeito revolucionário na prática da especialidade.

Quando surgiu o tratamento ortodôntico fixo, os *brackets* eram tradicionalmente soldados a bandas de ouro ou de aço inoxidável. A banda era cimentada ao dente e rodeava-o circunferencialmente exigindo a criação de um espaço interproximal para acomodar a espessura do material da banda. Esta técnica, além de demorada para o Ortodontista e desconfortável para o paciente, trazia ainda outras desvantagens, nomeadamente: a pobre estética, a dificuldade de higienização nos espaços interproximais, descalcificação do esmalte por baixo das bandas, maior dificuldade no diagnóstico e tratamento de cáries, alteração da largura da arcada e a possível necessidade de encerrar os espaços após o tratamento. Assim sendo, a solução óbvia para estes problemas era aderir os *brackets* diretamente ao dente eliminando a necessidade de usar bandas (Gange, 2015; Zachrisson, Usumez, & Buyukyilmaz, 2017).

Buonocore (1955), inspirado pelo uso industrial de ácido ortofosfórico a 85% para facilitar a adesão de tintas e resinas a superfícies metálicas, introduziu a aplicação de ácidos no esmalte como método para aumentar a adesão de materiais restauradores ao mesmo. Alguns anos mais tarde, na década de 1960, Newman aplicou esta técnica à ortodontia com a adesão direta de *brackets* na superfície do esmalte usando uma resina *epoxy* (Gange, 2015; Reynolds, 1975).

Apesar dos materiais e técnicas específicas usadas na adesão em ortodontia terem mudado, o procedimento básico tem-se mantido relativamente constante. Em geral, a técnica utilizada para adesão de *brackets* envolve três passos: condicionamento ácido do esmalte, aplicação de um *primer* e aplicação de um adesivo (Bishara & Ostby, 2010).

De acordo com a Norma ISO/TS 110405 de 2015, a adesão pode ser definida como o estado no qual duas superfícies são mantidas unidas por forças químicas, físicas, ou ambas, com a ajuda de um adesivo. O adesivo é um material que une dois substratos através da sua solidificação, transferindo uma carga energética de uma superfície para outra. Em ortodontia, o substrato ou aderente é o esmalte e é sobre ele que é aplicado o adesivo (Perdigão, Walter, Miguez, & Swift, 2015).

O conceito de adesão tem sido amplamente estudado e atualmente uma combinação de teorias como a mecânica, a adsorção, a difusão e a electroestática, têm sido usadas para descrever o fenómeno (Bishara & Ostby, 2010; Perdigão et al., 2015). O princípio fundamental de adesão está assente essencialmente num processo de troca que envolve a substituição da componente inorgânica do dente por resina sintética. Este processo envolve duas fases. A primeira consiste na remoção do fosfato de cálcio expondo as microporosidades do esmalte e a segunda fase, denominada hibridização, envolve a infiltração e subsequente polimerização da resina nas microporosidades criadas na superfície do dente, resultando numa ligação micromecânica (Van Meerbeek et al., 2003).

Para uma boa adesão deve existir um contacto íntimo entre o adesivo e o substrato. Um adesivo não é capaz de formar uma retenção micromecânica com uma superfície a menos que consiga ter um íntimo contacto com a mesma, espalhar-se sobre ela e penetrar por capilaridade em quaisquer irregularidades. Estes requisitos só podem ser alcançados se o adesivo conseguir molhar a superfície. Portanto, a molhabilidade,

definida como a capacidade que um líquido tem para manter contacto com uma superfície sólida, é um requisito essencial para o sucesso de todos os mecanismos de adesão. Geralmente, a molhabilidade pode ser melhorada através do aumento da energia de superfície do substrato, que neste caso é o esmalte (Anusavice, 2013). Como tal, várias abordagens têm sido procuradas para aumentar a sua energia de superfície, nomeadamente através da profilaxia com pasta de pedra-pomes ou através do condicionamento ácido. Outro fator crítico que influencia a adesão é a rugosidade de superfície do substrato. Uma superfície rugosa permite um aumento da área de contacto entre o aderente e o adesivo, o que se traduz numa maior força de adesão. Isto pode ser alcançado através do condicionamento ácido do esmalte que cria microporosidades permitindo a penetração do adesivo (Bishara & Ostby, 2010; Breschi, Ferracane, Cadenaro, Mazzoni, & Hilton, 2013).

O dilema na adesão em ortodontia é que deve ser forte o suficiente para evitar falhas durante todo o tratamento, mas também baixa o suficiente para permitir uma remoção segura do *bracket* no final do tratamento, traumatizando o menos possível o esmalte (Pont, Özcan, Bagis, & Ren, 2010).

A adesão de *brackets* e outros acessórios ortodônticos é uma das etapas mais importantes de todo o tratamento e a sua simplicidade pode ser ilusória levando a que seja executada de forma incorreta. Pequenos erros nesta etapa podem refletir-se na fase ativa do tratamento levando, por exemplo, à prematura falha adesiva dos *brackets* o que tornará o processo mais demorado e mais dispendioso. Assim, é imperativo executar todas as etapas da adesão meticulosamente para que a taxa de falha seja baixa. O procedimento de adesão contemporâneo no esmalte inclui os seguintes passos: profilaxia da superfície do esmalte, condicionamento ácido da mesma, aplicação do *primer* e colocação do *bracket* com o adesivo no dente (Zachrisson et al., 2017).

1.4.2.1. Profilaxia

Uma superfície ideal para se realizar a adesão deve estar livre de placa bacteriana e película adquirida uma vez que a presença de matéria orgânica pode influenciar negativamente os efeitos do condicionamento ácido e, consequentemente, a força de adesão. Assim, a limpeza da superfície do esmalte antes do condicionamento ácido tem

sido considerado um pré-requisito para obter uma ótima força de adesão (Øgaard & Fjeld, 2010; Zachrisson et al., 2017). Para profilaxia do esmalte são normalmente utilizadas pastas profiláticas ou de pedra pomes, borrachas de polimento e escovas profiláticas, a baixa rotação, durante dez segundos em cada dente (Bishara & Ostby, 2010; Øgaard & Fjeld, 2010).

Estima-se que a profilaxia resulta numa perda de 1,07-3,78 μm de esmalte, sendo que uma escova profilática remove mais tecido dentário que uma borracha (Hosein, Sherriff, & Ireland, 2004). A necessidade deste passo tem sido questionada por vários autores uma vez que, em diversos estudos, forças de adesão semelhantes têm sido alcançadas sem este procedimento, seja qual for o material utilizado para o mesmo (Øgaard & Fjeld, 2010).

1.4.2.2. Condicionamento ácido

Os sistemas adesivos atuais têm como base o princípio da retenção micromecânica. Para a alcançar é geralmente utilizado ácido ortofosfórico a 37% durante 15 a 30 segundos (Bishara & Ostby, 2010; Øgaard & Fjeld, 2010). Essencialmente o condicionamento ácido no esmalte aumenta a área de superfície disponível para a adesão e quase duplica a energia de superfície original ao formar microporosidades no esmalte. (Breschi et al., 2013; Reynolds, 1975).

Foram descritos três padrões morfológicos do esmalte condicionado: o tipo I no qual a dissolução ocorre nos núcleos dos prismas de hidroxiapatite; o tipo II no qual a dissolução ocorre à periferia dos prismas; e o tipo III cuja dissolução é mais aleatória sendo uma combinação dos tipos I e II. Estes padrões são determinados pelo conteúdo mineral e pelas características morfológicas do esmalte, não tendo o Médico Dentista controlo sobre o padrão resultante. Macroscopicamente, a superfície do esmalte condicionada, após a lavagem e secagem, torna-se branca opaca tendo um aspeto “fosco” (Breschi et al., 2013; Reynolds, 1975).

O efeito deste procedimento na superfície do esmalte varia de dente para dente, de indivíduo para indivíduo e de uma zona do esmalte para outra. A camada superficial de esmalte aprismático, mais comum nos dentes decíduos, é mais resistente ao

condicionamento ácido (Gwinnett, 1966; Zachrisson et al., 2017). De forma semelhante, a composição química do esmalte também afeta o condicionamento ácido do mesmo, uma vez que uma maior concentração do ião flúor torna também o esmalte mais resistente a este procedimento.

Clinicamente, é preferível a sua aplicação em gel em vez de solução líquida, visto que o seu controlo é mais fácil e só a área pretendida é condicionada pelo ácido. Na forma líquida há um maior risco do ácido se deslocar e condicionar uma área além daquela que era desejável, produzindo zonas desmineralizadas mais suscetíveis à acumulação de placa bacteriana (Başaran & Veli, 2011; Øgaard & Fjeld, 2010).

Vários estudos têm sido realizados com o intuito de investigar o tempo de aplicação e a concentração dos agentes de condicionamento da superfície do esmalte, com o objetivo de melhorar a adesão de *brackets* ortodônticos (Başaran & Veli, 2011). Diversos autores referem que as concentrações de ácido ortofosfórico para obter uma força de adesão ótima variam entre 35% e 38%, embora uma redução de 5% a 10% não pareça influenciar significativamente a força adesiva (Øgaard & Fjeld, 2010). No que concerne ao tempo de aplicação do ácido, 30 a 60 segundos tem sido recomendado como o tempo de trabalho ótimo. Um tempo de condicionamento ácido inferior a 10 segundos e maior que 60 não permitem a criação de uma força adesiva suficientemente forte para a retenção do *bracket*. Dez segundos de exposição, apesar de permitirem uma maior conservação do esmalte, impedem a formação de microporosidades suficientes. Por outro lado, tempos de aplicação de 60 segundos ou mais põe em causa a integridade da estrutura dos prismas de esmalte, influenciando negativamente a adesão (Başaran & Veli, 2011).

A perda irreversível de esmalte durante este procedimento tem sido uma preocupação para os clínicos, pelo que a substituição do ácido ortofosfórico por outros agentes menos agressivos tem sido estudada. O ácido maleico foi introduzido como uma alternativa no início dos anos 90, e vários estudos demonstraram que o seu uso numa concentração de 10% produzia forças de adesão semelhantes ao ácido ortofosfórico a 37%, mas o seu uso nunca foi popularizado (Rossouw, 2010). Também tem sido estudado o uso de ácido poliacrílico a 10 ou 20%, mas este tem mostrado uma força de adesão significativamente inferior quando comparado com o ácido ortofosfórico (figura 4) (Bishara & Ostby, 2010).

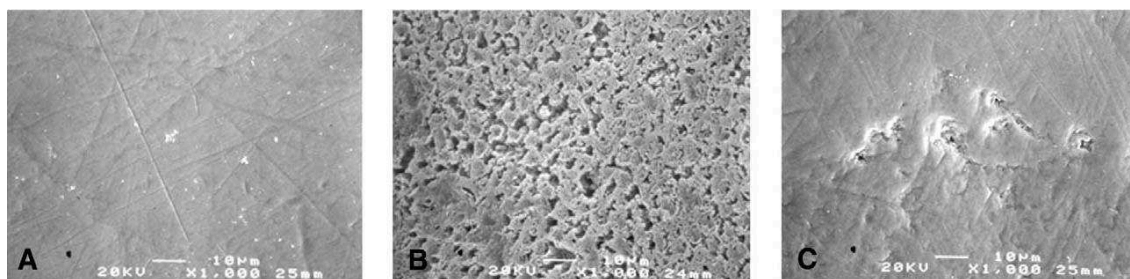


Figura 4- Imagens de SEM da superfície do esmalte não condicionada (A), condicionada com ácido ortofosfórico a 37% durante 30 segundos (B) e condicionada com ácido poliacrílico a 10% durante 20 segundos (C) (Adaptado de Summers et al, 2004).

O condicionamento com ácido ortofosfórico a 37% leva à dissolução de 3 a 10 μm de superfície de esmalte. As alterações do esmalte são amplamente (mas não completamente) reversíveis num espaço de alguns dias com a exposição à saliva. De qualquer forma, o efeito do condicionamento ácido no esmalte hígido não é prejudicial uma vez que este tem uma espessura de cerca de 1000 a 2000 μm (Rossouw, 2010).

1.4.2.3. *Primer*

Após o condicionamento ácido do esmalte segue-se a aplicação do *primer* que é uma resina de baixa viscosidade sem partículas de carga ou ligeiramente carregada constituída por 2-hidroxietil metacrilato (HEMA) ou dimetacrilato. O principal objetivo do *primer* é assegurar uma boa molhabilidade da superfície e a penetração do adesivo no esmalte previamente condicionado, permitindo a formação de *resin tags* e consequente adesão micromecânica (Bishara & Ostby, 2010). Secundariamente, o *primer* também parece proteger o esmalte após a desmineralização resultante do condicionamento ácido, reduzindo a infiltração marginal (Rai, 2015).

A adesão de *brackets* sem *primer* tem sido estudada e a análise da literatura ortodôntica tem demonstrado que a premissa de que os *primers* diminuem o risco de descalcificação não se aplica à adesão em ortodontia. Isto levantou a questão: será que o *primer* é mesmo necessário? Estudos recentes mostraram que a adesão de *brackets* sem *primer* é igualmente bem sucedida no que diz respeito à falha adesiva (Rai, 2015). No entanto, estes estudos realçam a necessidade de realizar futura pesquisa para investigar se a força adesiva é clinicamente aceitável sem o uso de um *primer*.

1.4.2.4. *Self-etching primers* (SEP)

Nos sistemas adesivos *self-etch*, o *primer* funciona tanto como agente de condicionamento ácido como como *primer*. Desta forma, o condicionamento ácido, a dissolução de hidroxiapatite e a infiltração do *primer* nas microporosidades do esmalte é realizada em simultâneo, não sendo necessário lavar após a sua aplicação, apenas secar. Assim, o seu uso diminui o número de passos clínicos necessários e, por sua vez, o tempo de cadeira (Erverdi & Usumez Serdar, 2010; Yamada, Hayakawa, & Kasai, 2002).

Nestes sistemas, o ingrediente ativo do *primer* ácido é um éster de ácido fosfórico e metacrilato. O ácido fosfórico e o grupo metacrilato são combinados numa molécula que simultaneamente condiciona e funciona como *primer*. O ácido fosfórico dissolve o cálcio removendo-o da hidroxiapatite e, concomitantemente, as moléculas do *primer* penetram nos prismas de esmalte. Neste processo, três mecanismos cessam o condicionamento ácido. Primeiro, o ácido é neutralizado ao formar um complexo com o cálcio dissolvido da hidroxiapatite. Depois, com a evaporação do solvente do *primer*, após secagem com jato de ar, a sua viscosidade aumenta e o transporte de grupos ácidos para a interface com o esmalte diminui. Finalmente, à medida que os monómeros do *primer* polimerizam o transporte do ácido deixa de ocorrer (Erverdi & Usumez Serdar, 2010; Øgaard & Fjeld, 2010).

No que diz respeito à força de adesão, os resultados obtidos nos diversos estudos são discrepantes: uns indicam maiores forças de adesão por parte dos sistemas *etch&rinse* enquanto outros defendem haver valores similares entre ambos os sistemas. Um dos primeiros estudos relativamente ao uso dos *self-etch primers* na adesão de *brackets* mostrou que estes *primers* ácidos, quando usados com uma resina composta altamente carregada, apresentam forças de adesão comparáveis ao sistema tradicional *etch&rinse* (Bishara, Gordan, VonWald, & Olson, 1998). Por outro lado, Yamada *et al* (2002) concluíram que há uma menor força adesiva quando se associa um sistema adesivo *self-etch* a adesivos resinosos.

1.4.2.5. Sistemas adesivos ortodônticos

Idealmente, um adesivo ortodôntico deve proporcionar uma força de adesão dos *brackets* ao dente suficientemente forte para que dure durante todo o curso do tratamento ortodôntico, mas que simultaneamente, seja suficientemente fraco para permitir uma fácil remoção do *bracket* no final do mesmo mantendo a integridade do esmalte (Pont et al., 2010; Shinya et al., 2008). Para ser bem sucedido, um material adesivo deve atender a uma série de critérios, nomeadamente ser suficientemente fluído para ter capacidade de penetrar na superfície do esmalte, ser suficientemente estável, ter uma excelente resistência intrínseca e ser de fácil uso clínico (Proffit, Fields, & Sarver, 2007).

Diversos tipos de sistemas adesivos têm sido utilizados para promover a adesão de *brackets* ao esmalte dentário, nomeadamente cimentos de ionómero de vidro (CIV), cimentos de ionómero de vidro modificado por resina (CIVMR), compómeros ou cimentos de resina. Estes últimos são os mais utilizados atualmente graças à sua superior resistência mecânica, aos elevados valores de resistência adesiva e ao reduzido número de falhas clínicas (Bishara & Ostby, 2010).

A composição química das resinas compostas inclui uma matriz orgânica de monómeros, partículas de carga, agentes de união e um sistema de ativação/iniciação da reação de polimerização (Anusavice, 2013). Monómeros como o bisfenol-A-glicidil metacrilato (Bis-GMA) e o uretano dimetacrilato (UDMA), que proporcionam uma boa adesão e são resistentes à descoloração, fazem parte da composição das resinas compostas atuais. Por vezes, um monómero de baixo peso molecular, o trietilenoglicol dimetacrilato (TEGDMA) é também incorporado para diminuir a viscosidade da resina. A boa adesão entre a resina composta e os *brackets* metálicos é especialmente dada pelo bis-GMA, molécula desenvolvida por Bowen em 1956, sendo esta a base da maioria das resinas compostas contemporâneas (Başaran & Veli, 2011; Zachrisson et al., 2017).

As resinas compostas utilizadas em ortodontia podem ser classificadas quanto ao tipo de reação de polimerização em *no-mixing* e fotopolimerizáveis. Quando surgiu a adesão direta dos *brackets* aos dentes em ortodontia, esta era obtida através de resinas autopolimerizáveis constituídas por duas pastas que se misturam antes de serem aplicadas à base do *bracket*. Pelo tempo de trabalho limitado, estas resinas condicionavam o tempo disponível para o correto posicionamento dos *brackets* sobre os dentes. Para resolver esta

limitação foram desenvolvidas as resinas compostas *no-mix*, nas quais o adesivo, que se apresenta na forma de pasta, é colocado na base do *bracket*, e o *primer*, líquido, é colocado sobre o dente. Neste sistema a reação de polimerização só é iniciada quando o *bracket* é colocado na superfície do dente e os dois componentes entram em contacto, exigindo uma adaptação perfeita entre a base do *bracket* e a superfície do esmalte para se verificar uma mistura efetiva dos dois componentes (Pereira, 2012). Como a polimerização começa imediatamente, até uma pequena correção da posição do *bracket* pode provocar micro-fraturas na resina composta afetando negativamente a força adesiva (Başaran & Veli, 2011).

As resinas compostas fotopolimerizáveis começaram a ser utilizadas clinicamente no final dos anos 70 e são, nos dias de hoje, a primeira escolha dos Ortodontistas devido às suas vantagens no que diz respeito ao tempo de trabalho e ao conforto. Estas resinas dão liberdade ao clínico para escolher quando quer iniciar a polimerização, aumentando o tempo disponível para colocar o *bracket* na posição correta e remover os excessos nas margens do mesmo. O processo de polimerização começa quando o fotoiniciador, normalmente a canforoquinona, é ativado pela luz (Başaran & Veli, 2011; Zachrisson et al., 2017). Nos primeiros anos era utilizada a luz ultravioleta para a polimerização das resinas compostas. No entanto, o seu uso tem vindo a diminuir e tem vindo a ser substituída por fontes de luz visível (Başaran & Veli, 2011).

Geralmente, devido à duração do tratamento ortodôntico e à maior dificuldade de higienização, o paciente tem um maior risco de cárie. Assim, uma libertação contínua de flúor por parte do sistema adesivo, particularmente em redor do *bracket*, seria extremamente benéfica, pelo que o uso de adesivos que contenham flúor, como o CIV, tem sido investigada (Bishara & Ostby, 2010). O CIV tem algumas características desejáveis, nomeadamente a sua capacidade de se ligar quimicamente à estrutura dentária e ao metal sem ser necessário condicionamento ácido, a libertação contínua de flúor após a adesão e a sua mais fácil remoção da superfície do dente após o descolamento do *bracket*. No entanto a força de adesão é claramente menor pelo que o seu uso se tornou limitado (Erverdi & Usumez Serdar, 2010; Øgaard & Fjeld, 2010).

Numa tentativa de aumentar a força adesiva dos CIV, foram adicionadas partículas de resina à sua formulação criando os CIVMR. Estes libertam iões de flúor como os CIV convencionais mas têm uma maior força adesiva pelo que podem ser usados

com sucesso para a adesão de *brackets* ortodônticos. A sua reação de polimerização é complexa e difere do CIV convencional pois envolve tanto uma reação ácido-base como fotopolimerização. Os CIVMR têm mostrado uma maior força adesiva que o CIV convencional (Øgaard & Fjeld, 2010; Rix, Foley, & Mamandras, 2001). Num estudo realizado por Summer *et al* (2004), onde foi comparada a força de adesão de *brackets* ortodônticos cimentados com CIVMR e uma resina composta convencional *in vitro* e *in vivo*. O CIVMR mostrou ter uma força adesiva significativamente menor *in vitro*. No entanto, no estudo realizado *in vivo*, a taxa de sobrevivência após 1,3 anos foi semelhante entre os dois sistemas adesivos, mostrando que clinicamente o CIVMR apresenta forças adesivas adequadas.

Outro material conhecido como compómero, ou resina composta modificada por poliácidos, também tem sido estudado para o seu potencial uso na adesão de *brackets*. Quando surgiram, foram comercializados como sendo a nova classe de materiais dentários que proporcionariam uma combinação das vantagens dos compósitos e dos cimentos de ionômero de vidro. São fáceis de manipular, as suas características físicas são muito semelhantes às das resinas compostas e libertam flúor, embora num menor grau que o CIV. Um estudo realizado por Millet *et al* no ano 2000 concluiu que, no que diz respeito às falhas de adesão, não existe diferença entre *brackets* aderidos com resina composta e com compómeros, quando a superfície do esmalte era condicionada com ácido ortofosfórico (Bishara & Ostby, 2010).

1.4.2.6. Polimerização

A introdução de resinas fotopolimerizáveis deu-se nos anos 70 e não só eliminou um passo no procedimento de adesão, como também permitiu ao Ortodontista poder escolher quando quer iniciar a polimerização da resina após posicionamento do *bracket* (Erverdi & Usumez Serdar, 2010). Nestas resinas, o processo de polimerização começa quando o fotoiniciador é ativado. Para isso, é necessário que seja exposto a radiação luminosa com um comprimento de onda específico e que lhe seja fornecida uma determinada quantidade de energia. O fotoiniciador mais comumente presente nas resinas fotopolimerizáveis usadas hoje em dia é a canforoquinona, que apresenta uma absorção do feixe eletromagnético entre 400 e 500 nm de comprimento de onda, com o

pico de absorção aos 480 nm. A canforoquinona necessita de um co-iniciador para que uma polimerização eficiente possa ocorrer. Um co-iniciador é uma molécula que não absorve luz, mas que interage com o fotoiniciador ativado levando à formação de radicais livres que desencadeiam a reação de polimerização. Uma amina terciária é o co-iniciador mais utilizado nas resinas compostas que contêm canforoquinona (Fleming & Maillet, 1999; Pereira, 2012)

Nas primeiras resinas compostas fotopolimerizáveis era utilizada luz ultravioleta (UV) para a sua polimerização. Hoje em dia já existe uma maior variedade de fontes de luz disponível, incluindo fotopolimerizadores de quartzo-tungsténio-halogéneo, de arco de plasma, laser e *light-emitting diodes* (LED) (Zachrisson, Usumez, & Buyukyilmaz, 2017).

Os fotopolimerizadores de quartzo-tungsténio-halogéneo são considerados os aparelhos tradicionais de fotopolimerização e eram, até há pouco tempo, os mais utilizados por parte dos clínicos. A luz emitida deve ser filtrada para que a radiação luminosa fique confinada a comprimentos de onda de 400 a 500 nm, intervalo ideal para ativação da canforoquinona. Consequentemente, apenas uma pequena quantidade de energia é usada para polimerização, sendo a restante convertida em calor. Outra desvantagem destes aparelhos é o facto de as lâmpadas possuírem um tempo de vida útil limitado, aproximadamente de 100 horas, e uma diminuição progressiva da intensidade luminosa produzida (Başaran & Veli, 2011; Erverdi & Usumez Serdar, 2010).

Com o intuito de obter intensidades luminosas superiores, foram introduzidas em medicina dentária as luzes de plasma. Estas emitem uma banda de frequência contínua, que é muito mais estreita que nas luzes convencionais. Consequentemente, menos radiação precisa de ser filtrada para remover frequências indesejadas. Os fotopolimerizadores de arco de plasma proporcionam uma intensidade de luz elevada de cerca de 1500 mW/cm² e um comprimento de onda entre 380 e 495 nm. Pela elevada intensidade, os fabricantes afirmam que três a cinco segundos são suficientes para fotopolimerizar a resina composta na adesão de *brackets* metálicos (Başaran & Veli, 2011; Erverdi & Usumez Serdar, 2010). Um problema comum nas luzes de arco de plasma é o aumento da temperatura pulpar produzido durante a polimerização. Enquanto com o uso de luzes de halogéneo a temperatura pulpar aumenta cerca de 1,8°C, com a luz

de arco de plasma aumenta 5,16°C e, por isso, há um risco aumentado de danos permanentes na polpa (Uzel, Buyukyilmaz, Kayalioglu, & Uzel, 2006).

Também têm sido utilizados *lasers* de árgon para fotopolimerizar resinas compostas. O interesse por estes surgiu devido ao comprimento de onda que emitem (488nm), que é ótimo para ativar a canforoquinona. O *laser* de árgon não necessita de filtros pois emite apenas luz azul, tendo uma amplitude de banda de comprimento de onda de apenas 40 a 45 nm. Além disso, a luz pode ser ajustada de acordo com as especificações do fabricante para que tenha uma eficiência ideal, única para cada marca de resina composta (Fleming & Maillet, 1999). Apesar destas vantagens, estes aparelhos são volumosos, dispendiosos e implicam um período de espera de 30 segundos entre o momento em que o aparelho é ligado e a possibilidade de emissão de luz (Fleming & Maillet, 1999; Pereira, 2012).

Os aparelhos de fotopolimerização mais recentes em Medicina Dentária são os baseados na tecnologia *light emitting diode* (LED). Os fotopolimerizadores LED já dominam não só a ortodontia como toda a medicina dentária, estando a substituir gradualmente as luzes de halogéneo. Quando comparados com fotopolimerizadores convencionais, os LED têm uma maior eficácia na conversão de energia elétrica em energia luminosa, gerando por isso menos calor (Uzel et al., 2006). Destacam-se também pela sua capacidade de produzir luz azul sem necessitar de filtros. São resistentes ao choque e à vibração, e necessitam de pouca energia para atuar, pelo que o seu tempo de vida útil é de cerca de 10 000 horas, muito superior ao das lâmpadas de halogéneo. A sua principal característica é o facto de emitir luz azul num comprimento de onda muito restrito de cerca de 465 nm, que coincide com o pico de absorção da canforoquinona (Başaran & Veli, 2011; Zachrisson et al., 2017).

1.4.2.7. Brackets Ortodônticos

Como os *brackets* metálicos não se ligam quimicamente ao esmalte nem à resina, várias pesquisas têm sido realizadas para melhorar a retenção mecânica através de diversos desenhos na base do *bracket*. Os primeiros *brackets* metálicos possuíam bases perfuradas que evoluíram até às mais recentes redes metálicas soldadas à base do mesmo,

que retém menos placa bacteriana e permitem que haja uma maior força de adesão (Sharma-Sayal, Rossouw, Kulkarni, & Titley, 2003).

A crescente procura por *brackets* mais estéticos tem levado a uma tendência contínua para diminuir o tamanho do *bracket* e da sua base. Com a melhoria dos sistemas adesivos, as bases têm-se tornado mais e mais pequenas. Assim, como a área retentiva é menor, a base do *bracket* torna-se uma variável que tem influência na força de adesão. Pode ser então necessário adicionar elementos retentivos à base do *bracket*, como malhas, ranhuras ou perfurações, para melhorar a força adesiva (Sharma-Sayal et al., 2003). Além disso, esta diminuição de tamanho faz com que o correto posicionamento dos *brackets* seja mais difícil de obter. A posição dos *brackets* é um fator determinante durante a fase de alinhamento inicial e finalização do tratamento ortodôntico, pelo que a efetividade desta nova geração de *brackets* pode ficar comprometida pelo seu posicionamento incorreto (Pereira, 2012).

Até hoje, os *brackets* disponíveis no mercado foram desenhados para dentes permanentes. No entanto, e como já foi mencionado, várias formas de má oclusão são desenvolvidas na infância em dentições decíduas e mistas, para as quais o tratamento ortodôntico intercetivo é desejável. Devido à falta de disponibilidade de *brackets* para dentes decíduos, são utilizados *brackets* desenhados para dentes permanentes em alguns destes tratamentos. Contudo, devido à diferente forma e tamanho dos dentes permanentes relativamente aos decíduos, a base dos *brackets* não se adapta bem a estes últimos, por questões de tamanho e de contorno de superfície. Assim, a base do *bracket* interfere com a manutenção de uma higiene oral adequada, pode afetar os tecidos gengivais e levar à aplicação de forças desnecessárias nos dentes decíduos (Mashouf, 2012).

1.4.3. Remoção de *brackets* ortodônticos

A remoção dos *brackets* e do remanescente de adesivo da superfície do dente é o culminar de todo o tratamento ortodôntico. É o procedimento necessário para que o esmalte volte a ser o mais próximo possível do que era antes do tratamento sem introduzir danos iatrogénicos, sendo tão importante quanto as restantes etapas do tratamento ortodôntico (Karthikeyan & Hashir, 2011).

Quanto um *bracket* é descolado, não só algum remanescente de adesivo pode manter-se no dente como também podem ocorrer fraturas no esmalte que tornam a sua superfície mais rugosa, aumentando a acumulação de placa bacteriana e de pigmentação indesejada (Karthikeyan & Hashir, 2011). Este tipo de fratura ocorre devido à diferença na força adesiva entre as interfaces adesivo/esmalte e adesivo/*bracket* e depende largamente do material do *bracket* e do método de descolagem utilizado (Başaran & Veli, 2011; Hosein et al., 2004).

O risco de fratura ou perda de esmalte é menor em *brackets* metálicos relativamente aos *brackets* cerâmicos. No entanto, uma pequena fratura de esmalte pode ainda ocorrer pela natureza micromecânica da adesão entre o adesivo e o esmalte condicionado pelo ácido. Por esse motivo, inevitavelmente, vai sempre ocorrer alguma perda de esmalte quando o local da falha adesiva for na interface adesivo/esmalte (Hosein et al., 2004). Esta perda irreversível deve ser minimizada uma vez que a camada mais superficial do esmalte tem maior conteúdo mineral, maior dureza e maior concentração de iões de flúor que as camadas mais profundas. Desta forma, a perda do esmalte superficial e a consequente exposição dos prismas à cavidade oral pode diminuir a sua resistência aos ácidos produzidos pela placa bacteriana, tornando-o mais propenso à descalcificação (Theodore Eliades, Gioka, Eliades, & Makou, 2004; Knösel et al., 2010; Rossouw, 2010).

Além do descolamento dos *brackets*, a remoção dos resíduos de adesivo que permanecem no dente também podem levar a danos no esmalte. Após a remoção dos *brackets* e a limpeza do adesivo remanescente, pode ser esperada uma perda de esmalte de cerca de 150 µm (Shinya et al., 2008).

Técnicas de descolamento de *brackets* seguras visam quebrar a adesão entre a base do *bracket* e o adesivo, deixando a maior parte do adesivo no dente. Assim a probabilidade de causar danos no esmalte é menor (Øgaard & Fjeld, 2010).

Para a descolagem dos *brackets* podem ser utilizados diversos métodos como a remoção mecânica, a laser ou electrotermal.

A remoção mecânica pode ser feita através de alicates de remoção de *brackets*, alicates de corte de ligaduras ou instrumentos específicos para a elevação de *brackets* (Knösel et al., 2010).

A remoção mecânica usando estes instrumentos pode ser realizada através de várias técnicas. Há poucos estudos na literatura que tenham examinado os efeitos que várias técnicas mecânicas de descolamento têm na superfície do esmalte. Bennet, em 1984, comparou três métodos diferentes para descolar os *brackets*: o primeiro envolvia apertar as asas do bracket com um alicate, o segundo aplicar uma força de cisalhamento à base do *bracket* e o terceiro aplicar uma força de cisalhamento à camada de adesivo que está entre o dente e o *bracket*. A primeira técnica foi a que mostrou menor transferência de *stress* para o esmalte e para o adesivo. No entanto tinha como desvantagem o facto do adesivo permanecer praticamente todo na superfície dentária. As outras duas mostraram uma maior concentração de *stress* na superfície do esmalte pelo facto da falha adesiva ocorrer na interface adesivo/esmalte (Zarrinnia, Eid, & Kehoe, 1995).

Para a remoção de *brackets* metálicos, o procedimento mais seguro consiste em apertar as asas do *bracket* mesiodistalmente e descolá-lo com uma força de descasque. Este tipo de força cria *stress* na periferia da base do *bracket* permitindo o descolamento com níveis de força relativamente baixos. Assim, é mais provável que a falha adesiva ocorra entre o adesivo e a base do *bracket*, o que deixa uma maior quantidade de adesivo no dente, mas as lesões no esmalte são mínimas. Esta técnica é particularmente útil em dentes com mobilidade ou com tratamento endodôntico (Karthikeyan & Hashir, 2011; Knösel et al., 2010; Øgaard & Fjeld, 2010; Zachrisson et al., 2017).

As outras técnicas de remoção de *brackets*, *laser* e electrotermal, são mais utilizadas em brackets cerâmicos. Estas técnicas foram desenvolvidas uma vez que, pelo seu comportamento quebradiço, há maior probabilidade dos *brackets* cerâmicos fraturarem através da remoção mecânica. Além disso, quando a base do *bracket* cerâmico é tratada de forma a estabelecer uma adesão química com o cimento, há maior probabilidade de a falha do sistema adesivo ocorrer na interface adesivo/esmalte, aumentando o risco de lesões no esmalte. O descolamento de *brackets* com recurso a *lasers* é possível pois a energia libertada por estes aquece o adesivo até o amolecer levando ao deslizamento do *bracket* da superfície do dente. Quanto ao descolamento electrotérmico, consiste na aplicação de calor no *bracket*, o qual deforma a interface adesivo/*bracket* possibilitando a sua remoção (Karthikeyan & Hashir, 2011; Zarrinnia et al., 1995).

Outra parte crucial do processo de remoção dos *brackets* é a remoção do excesso de adesivo da superfície do dente sem afetar o esmalte. A permanência de adesivo no dente pode ser prejudicial ao esmalte, favorecendo a acumulação de placa bacteriana e a descalcificação do esmalte, além de ser pouco estético. Devido à semelhança de cor entre o esmalte e os sistemas adesivos, a completa remoção destes não é facilmente atingida (Campbell, 1995; Karthikeyan & Hashir, 2011).

Este procedimento, por ser realizado muitas vezes com instrumentos rotatórios, pode induzir danos indesejados e irreversíveis no esmalte (Pont et al., 2010). As lesões no esmalte resultantes dependem do tipo de instrumento, da velocidade e da pressão com que são utilizados (Grocholewicz, 2014).

A procura por um método seguro e eficiente para a remoção do remanescente adesivo tem atraído o interesse de muitos investigadores, resultando numa grande variedade de instrumentos e procedimentos propostos para esse fim. A longa lista de protocolos proposta pelos vários estudos inclui a remoção manual com alicates ou curetas, o uso de brocas de diamante ou de tungsténio, discos Soflex, pedra de arkansas, pedra verde ou instrumentos ultrassónicos (Theodore Eliades et al., 2004).

O uso de várias brocas em conjunto com discos, borrachas de polimento e pasta, parece ser adequado para a remoção de resina (Zarrinnia et al., 1995). Alguns estudos mostraram que o uso sequencial de múltiplos instrumentos de polimento é superior à utilização de um só (Grocholewicz, 2014).

Apesar de haver falta de consenso na literatura, o método mais comum e eficiente para remover o remanescente de adesivo na prática clínica diária é com brocas de carboneto de tungsténio. Para a remoção grosseira do adesivo deve ser usada uma broca de carboneto de tungsténio a elevada rotação com refrigeração abundante com água e ar, para que a temperatura da superfície se mantenha estável protegendo a polpa. Para a remoção fina devem ser usadas as mesmas brocas, mas a baixa rotação (30 000 rpm) pois a proximidade ao esmalte aumenta a probabilidade de o danificar. Além disso, nesta fase final a refrigeração com água deve ser evitada pelo facto desta atenuar o contraste do adesivo com o esmalte, impedindo uma correta visualização dos restos de adesivo no mesmo (Başaran & Veli, 2011; Erverdi & Usumez Serdar, 2010; Øgaard & Fjeld, 2010).

Após a remoção do adesivo, a superfície do esmalte deve ser polida com discos, borrachas e pastas de polimento (Campbell, 1995).

Atualmente, não existe nenhum protocolo estabelecido e aceite para esta fase do tratamento, sendo que nenhum instrumento é capaz de remover o adesivo na sua totalidade sem causar dano na superfície do esmalte (Bonetti et al., 2011).

As alterações na superfície do esmalte resultantes do descolamento do *bracket* e da remoção do remanescente adesivo são inevitáveis, sendo uma desvantagem da adesão em ortodontia. No entanto, não há dúvidas que as vantagens superam as desvantagens, sendo responsabilidade do clínico tentar minimizar estas alterações durante este procedimento para que o esmalte volte a ser, o mais próximo possível, do que era antes do tratamento ortodôntico (Campbell, 1995).

1.4.4. Estudos da capacidade adesiva – testes *in vitro*

Para avaliar a qualidade da interface adesiva estabelecida entre o *bracket* e a superfície dentária existem múltiplas metodologias descritas na literatura.

Os estudos realizados para avaliação da resistência de um material adesivo em ortodontia podem ser classificados de acordo com o ambiente em que o teste é realizado em *in vivo* e *in vitro*. Os ensaios *in vitro* são normalmente executados recorrendo a máquinas de ensaios mecânicos ou por simulação em laboratório dos procedimentos clínicos de descolamento de *brackets*, nos quais o local da falha adesiva é posteriormente determinado com recurso à observação microscópica. Nos ensaios *in vivo* é determinada a taxa de falha adesiva, isto é, o número de *brackets* que sofreram descolamento durante o curso do tratamento ortodôntico dividido pelo número total de *brackets* aderidos. É por isso um estudo a longo prazo e no qual muitas variáveis clínicas podem afetar a taxa de falha adesiva como a idade do paciente, o operador e o tipo de dente (T. Eliades & Brantley, 2000; Powers, Kim, & Turner, 1997).

Os ensaios clínicos podem ser considerados soberanos quanto à avaliação do desempenho clínico dos materiais sendo os últimos testes a ser realizados para avaliar a performance adesiva. Porém, além de complexos, estes não conseguem identificar a razão exata da falha adesiva devido ao impacto simultâneo de diversos *stresses* na cavidade

oral. Um estudo realizado no ano 2000, que comparou as forças adesivas obtidas num estudo *in vivo* com um estudo *in vitro*, mostrou que as forças de adesão no primeiro são significativamente menores. Isto pode ser justificado pelo facto de, nos ensaios clínicos, os sistemas adesivos estarem expostos a numerosos fatores intraorais como a saliva, ácido, forças mastigatórias e o comportamento do paciente durante o período de tempo que compreende o tratamento (Pickett, Sadowsky, Jacobson, & Lacefield, 2001; Sirisha, Rambabu, Shankar, & Ravikumar, 2014).

Por outro lado, os testes laboratoriais permitem reunir informação de forma fácil e rápida relativamente a um parâmetro específico mantendo todas as outras variáveis constantes. O objetivo destes testes deve ser sempre recolher a informação necessária para ser possível extrapolar os resultados para situações clínicas. Cada vez mais os clínicos têm escolhido os adesivos com base apenas nos progressos laboratoriais. Contudo, e apesar da sua importância, nenhum teste *in vitro* prevê com precisão a performance clínica de um material. Para que se possa creditar um teste laboratorial de resistência adesiva, este deve ser claro, clinicamente fidedigno, reproduzível e deve envolver o uso de protocolos simplificados e de baixo custo (Sirisha et al., 2014; Van Meerbeek et al., 2003).

Para a avaliar e testar a adesão dentária, têm sido usados vários tipos de ensaios mecânicos entre os quais se destacam os testes de cisalhamento, de flexão e de tração. Para estudos da força adesiva em ortodontia, o ensaio mecânico de cisalhamento tem sido o mais popular não só devido à sua configuração experimental relativamente simples, como também pela sua maior presumível fiabilidade de simular o descolamento do *bracket* que ocorre clinicamente durante o tratamento. As forças de flexão e de tração têm sido consideradas por muitos investigadores menos relevantes à prática clínica pelo que têm sido menos utilizadas nos testes *in vitro* (T. Eliades & Brantley, 2000; Fox, McCabe, & Buckley, 1994).

Vários fatores significativos podem influenciar a força adesiva e podem interferir com os resultados destes testes tais como o tipo de dente utilizado, a área adesiva, o tipo de adesivo utilizado, as condições de armazenamento da amostra, o tipo de teste, a velocidade da máquina de ensaio e o ponto de aplicação da força no *bracket* (Fox et al., 1994; Klocke & Kahl-Nieke, 2005).

O teste de cisalhamento é obtido através da aplicação de uma força tangencial na qual a linha de ação da força deve ser paralela à interface entre o *bracket* e a superfície do dente. Nos ensaios laboratoriais este tipo de tensão pode ser obtido através de uma ansa metálica adaptada ao *bracket* (Pereira, 2012). O ponto de aplicação da força no *bracket* determina o tipo de tensão desenvolvida e influencia os valores de resistência adesiva obtidos assim como o tipo de falha. Neste tipo de estudos a força é normalmente aplicada ao *bracket* através de uma ansa apoiada no sulco existente por baixo das asas do mesmo devendo a ansa preencher totalmente a largura do *bracket* para minimizar as diferenças na natureza da força aplicada (figura 5). É importante garantir que todas as amostras utilizadas num mesmo estudo recebam a força em direção e sentido similares (Fox et al., 1994; Klocke & Kahl-Nieke, 2005; Pereira, 2012).

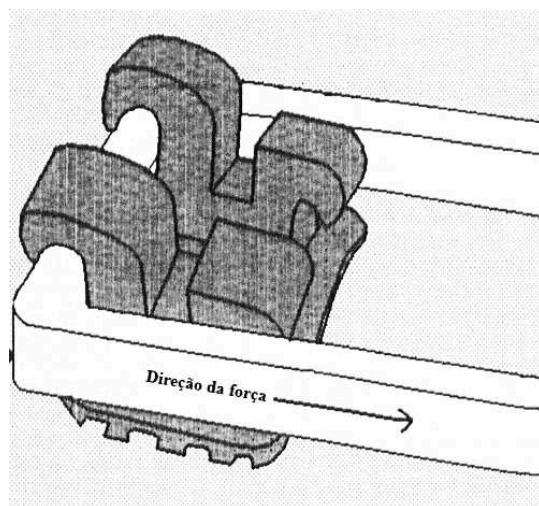


Figura 5- Representação da relação entre o bracket e a ansa utilizada para aplicar a força de cisalhamento (Modificado de Fox et al, 1994)

No que diz respeito à velocidade a que a ansa é deslocada, esta varia de estudo para estudo, com variações de 0,5 mm/min até mais de 5 mm/minuto. Nos ensaios de cisalhamento as mais comumente utilizadas são as de 0,5 mm/min e 1 mm/min, não parecendo haver diferenças significativas nos valores de resistência adesiva obtidos mesmo em velocidades mais elevadas (Klocke & Kahl-Nieke, 2005).

Devido à grande variabilidade observada nas metodologias de avaliação da força adesiva, a *International Organization for Standardization* (ISO) elaborou um documento com especificações técnicas relativamente ao tema com o objetivo de padronizar os

procedimentos laboratoriais e assim tornar possível a comparação entre diferentes grupos de pesquisa (ISO/TS 11405, 2015). Não obstante, e apesar da grande quantidade de informação apresentada em centenas de artigos na última década, no que diz respeito à ortodontia existe uma notável falta de consenso na metodologia utilizada nos testes de resistência adesiva *in vitro*. Fica inerente a necessidade de que seja estabelecido um protocolo único no sentido de facilitar o preparo das amostras, tornar os métodos mais simples e, simultaneamente, facilitar a comparação de resultados entre diferentes trabalhos, providenciando orientações mais práticas e seguras ao Médico Dentista (T. Eliades & Brantley, 2000; Fox et al., 1994).

1.4.4.1. Índice de adesivo remanescente (IAR)

Outro método de avaliação habitual, que faz parte dos estudos contemporâneos da capacidade adesiva em ortodontia, é o índice de adesivo remanescente. Proposto por Årtun e Bergland em 1984, este índice permite determinar o local onde ocorreu a falha após o descolamento do *bracket* ao avaliar o remanescente de adesivo que permanece na superfície dente e/ou do *bracket* (Årtun & Bergland, 1984; Rossouw, 2010). É um índice de quatro pontos numa escala de zero a três, compreendendo os critérios descritos na tabela 1 e na figura 6.

Índice	Definição
0	Sem adesivo remanescente no dente
1	Menos de 50% de adesivo deixado no dente
2	Mais de 50% do adesivo deixado no dente
3	Todo o adesivo deixado no dente, com impressão marcada da malha do <i>bracket</i>

Tabela 1- Índice de Adesivo Remanescente (Årtun e Bergland em 1984)

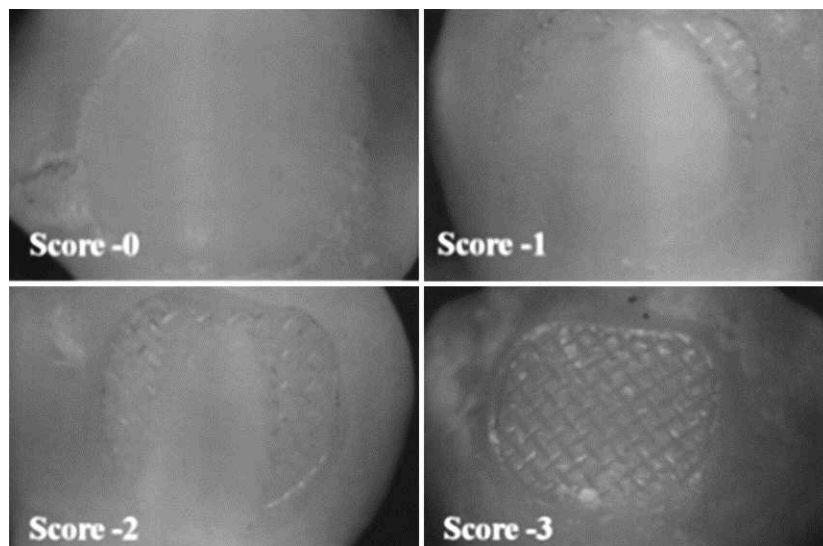


Figura 6 – Superfície do dente representativa de cada um dos índices de adesivo remanescente (Adaptado de Duraisamy et al, 2012)

Geralmente, no IAR uma pontuação de zero é relacionada com baixos valores de força adesiva o que, muitas vezes, pode ser justificado pela presença de contaminantes na superfície do esmalte que podem diminuir a força adesiva. Por outro lado, uma pontuação de 3 significa que há um menor risco de fratura do esmalte aquando do descolamento do *bracket* mas também significa que o tempo requerido para eliminar o remanescente adesivo do dente vai ser maior. Assim, no que concerne ao ARI, um adesivo ortodôntico deve desejar ter uma pontuação de 1 ou 2 (uma modalidade adesiva mista) (Scribante, Contreras-bulnes, Montasser, & Vallittu, 2016).

Como o ARI é qualitativo e subjetivo, já foram feitas várias tentativas no sentido de modificar o sistema original e desenvolver novos métodos mais precisos para determinar o remanescente adesivo. O'Brien (1988) tentou introduzir um método quantitativo em que uma imagem ampliada do esmalte era digitalizada e a quantidade de remanescente adesivo era expressa em percentagem de área da base do *bracket* (Montasser & Drummond, 2009).

Saber onde ocorreu a falha adesiva, se na interface esmalte/adesivo ou *bracket*/adesivo, pode indicar a provável causa da mesma o que pode ajudar o Ortodontista a melhorar a sua técnica adesiva (Powers et al., 1997).

Este é um sistema que permite realizar uma análise estatística e fazer comparações com outros estudos, facilitando a padronização dos testes de força de adesão *in vitro* e sendo por isso imperativo para qualquer estudo de adesão em ortodontia.

1.4.5. Meios de armazenamento de dentes

Dentes recém extraídos são os mais adequados para a avaliação *in vitro* dos sistemas adesivos. No entanto, para alcançar um número suficiente de dentes de forma a realizar uma investigação significativa, os dentes têm de ser recolhidos ao longo do tempo. Desta forma, é necessário o seu armazenamento após a extração para prevenir a sua desidratação assim como o crescimento de microrganismos. Este é um aspeto muito importante pois os dentes recém extraídos são considerados uma potencial fonte de infeção cruzada e contaminação devendo, por isso, ser armazenados em condições que permitam não só a sua desinfeção, como também a manutenção das suas propriedades físicas. Idealmente, uma solução de armazenamento deve prevenir a desidratação dos dentes e o crescimento bacteriano/fúngico e, simultaneamente, não deve afetar a estrutura ou propriedades dos substratos dentários (Tosun, Sener, & Sengun, 2007)

Para o efeito, várias soluções têm sido sugeridas pela literatura, nomeadamente o glutaraldeído, a formalina, o timol, o hipoclorito de sódio, o peróxido de hidrogénio, o etanol, a azida sódica, a cloramina T, a saliva artificial, o soro fisiológico e a água (destilada, deionizada, com ou sem agentes antibacterianos acrescidos) (Jaffer et al., 2009; Maranhão, 2009; Secilmis, Dilber, Ozturk, & Yilmaz, 2013; Tosun et al., 2007). Não existe uma solução padrão utilizada para este efeito, apesar da norma ISO/TS 11405 (2015) sugerir que os dentes devem ser armazenados em água destilada ou em cloramina T a 1%.

Como já foi mencionado anteriormente, existem diversas variáveis que devem ser consideradas nos testes da força de adesão *in vitro*, sendo uma delas o meio onde os dentes são guardados desde que são extraídos até serem utilizados no estudo. Diversas investigações foram publicadas acerca dos efeitos que os vários meios de armazenamento têm no esmalte, na dentina e na força de adesão de resinas compostas a estes substratos dentários. Devido às diferenças estruturais na composição entre o esmalte e a dentina o efeito que as soluções de armazenamento têm sobre estes é diferente (Secilmis et al.,

2013).

Em 1964, Muhlemann estudou a influência que o meio de armazenamento pode ter na dureza do esmalte. Deste estudo concluiu que tanto a água destilada como o soro fisiológico amolecem o esmalte, enquanto o hipoclorito de sódio mostrou não ter efeito na dureza do mesmo (Rueggeberg, 1991).

Um estudo realizado por Secilmis et al (2013) mostrou que a solução usada para armazenamento dos dentes pode afetar significativamente o teor mineral do esmalte, em particular do potássio, do sódio, do fósforo e do cálcio e, como tal, pode alterar os resultados dos estudos *in vitro*.

Maranhão et al (2009) avaliaram a influência das soluções de armazenamento no esmalte de dentes de bovino através da observação ao microscópio eletrónico. Neste estudo os dentes foram distribuídos por quatro soluções: água destilada, saliva artificial, timol a 0,1% e soro fisiológico. A análise comparativa das amostras revelou uma grande variação no padrão morfológico da superfície do esmalte. As amostras que foram colocadas em saliva artificial apresentaram uma maior precipitação de sais na superfície do esmalte; aquelas armazenadas em soro fisiológico mostraram um aumento da porosidade superficial; e os dentes depositados em timol a 0,1% apresentaram um aspeto liso e polido na observação microscópica, o que reforçou o que já tinha sido relatado noutro estudo (Moura, Rodrigues, Del Bel Cury, Lima, & Garcia, 2004), isto é, que ocorre desmineralização do esmalte nos dentes armazenados neste meio.

Tosun et al avaliaram o efeito de três meios (timol a 0,1%, formalina a 10% e água destilada) na resistência adesiva da resina composta ao esmalte, quando as amostras eram submetidas ao teste de cisalhamento. Os autores notaram que a natureza química da solução pode afetar a estrutura do dente e as propriedades do material testado. Os dentes armazenados em timol apresentaram valores de resistência adesiva menores relativamente às outras duas soluções, justificado pelos autores pelo facto de o timol inibir a polimerização de metacrilatos (como o bis-GMA e UDMA), que integram a composição das resinas compostas. No entanto, o timol tem como vantagens o facto de possuir propriedades antibacterianas e capacidade para prevenir a desidratação dos dentes devido à sua composição aquosa. Por outro lado, a água, apesar de ter sido o grupo do estudo que apresentou maiores valores de força adesiva, não tem propriedades antimicrobianas.

Finalmente, a formalina mostrou valores de força adesiva ligeiramente inferiores àqueles obtidos com a água, mas a diferença não foi estatisticamente significativa. Além disso, esta solução tem-se mostrado eficaz como desinfetante, sendo usada frequentemente em substratos inorgânicos. Assim, sendo o esmalte composto maioritariamente por minerais, estes autores sugeriram que a formalina pode ser a solução apropriada para estudos que investiguem a adesão ao esmalte.

Jaffer et al (2009) estudaram o efeito de seis meios de armazenamento (formalina a 10%, água filtrada, cloramina T a 1%, cloramina T a 10%, soro fisiológico e etanol 70%) na força de adesão de *brackets* ortodônticos em dentes de bovino. O etanol 70% teve um efeito negativo na força de adesão, possivelmente pelo seu efeito dessecante que leva à desidratação do esmalte por gradiente osmótico. O armazenamento em formalina resultou numa maior força de adesão enquanto nos restantes meios não houve diferenças estatisticamente significativas.

A formalina talvez seja o desinfetante mais eficiente, além de ser barata e fácil de usar. No entanto, é um material perigoso, irritante e tem potencial carcinogénico, pelo que o seu uso requer alguns cuidados. O hipoclorito de sódio e o glutaraldeído mostraram ser menos eficazes que a formalina como desinfetante de dentes recém extraídos. Além disso, o hipoclorito de sódio tem algumas sérias desvantagens como a sua toxicidade e o facto de aumentar a porosidade do esmalte por desproteinização (Moura et al., 2004).

A cloramina tem também sido usada como meio de armazenamento em diversos estudos pois é um desinfetante eficaz e não tem efeitos adversos na dentina (DeWald, 1997), sendo mesmo recomendada pela norma ISO/TS 11405 (2015).

Outro fator que tem sido estudado é o período durante o qual os dentes são armazenados, podendo ir de algumas horas a vários anos. Apesar dos resultados serem díspares entre os vários estudos, na maioria dos trabalhos pesquisados o tempo de armazenamento não demonstrou ser relevante tanto na alteração dos substratos como na força de adesão (Pickett et al., 2001; Secilmis et al., 2013; Tosun et al., 2007). No entanto, é de salientar que as normas referidas anteriormente preconizam um período máximo de conservação de 6 meses, de forma a prevenir qualquer alteração nos tecidos dentários (ISO/TS 11405, 2015).

Contudo, todos estes estudos foram realizados em dentes permanentes, não

tendo sido encontrados na literatura estudos semelhantes realizados em dentes decíduos.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1.Método de pesquisa bibliográfica

Para a realização da presente investigação e respetiva revisão bibliográfica, a metodologia de pesquisa deteve como seu suporte as bases de dados e motores de busca da B-on, Medline/Pubmed e do Google Académico. Para a consulta de livros recorreu-se à biblioteca do Instituto Universitário Egas Moniz (IUEM). As publicações revistas no âmbito deste trabalho encontravam-se em língua inglesa e portuguesa.

A pesquisa foi efetuada utilizando as seguintes palavras-chave: meios de armazenamento, dentes decíduos, adesão de *brackets* ortodônticos, descolamento de *brackets*, força de adesão.

A pesquisa bibliográfica revelou a existência de pouca quantidade e diversidade de estudos dentro deste tema, não tendo mesmo sido encontrado nenhum estudo semelhante realizado em dentes decíduos.

2.2.Considerações éticas

O presente projeto de investigação intitulado “Efeito do meio de armazenamento de dentes decíduos na força de adesão de *brackets* ortodônticos” foi submetido à apreciação da Comissão de Ética da Cooperativa de Ensino Superior Egas Moniz tendo sido aprovado por unanimidade (Anexo 1).

2.3.Local de estudo

Os procedimentos realizados neste estudo foram efetuados no Laboratório de Biomateriais do Instituto Universitário Egas Moniz (IUEM) enquanto as observações com o estereomicroscópio foram realizadas no Laboratório de Morfologia do mesmo Instituto.

2.4.A amostra

Após a aprovação por unanimidade da Comissão de Ética da Cooperativa de Ensino Superior Egas Moniz, procedeu-se à recolha das amostras no banco de dentes do IUEM e em várias clínicas na região de Lisboa.

Para a realização deste estudo foram utilizados 48 dentes decíduos íntegros (30 molares e 18 caninos) com as faces vestibulares clinicamente híginas, que foram extraídos por indicações clínicas.

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Ausência de cáries	Presença de cáries
Ausência de restaurações na face vestibular	Restaurações na face vestibular
Restaurações pequenas fora da zona de adesão	Defeitos de esmalte
Caninos e molares decíduos	Incisivos decíduos

Tabela 2- Critérios de inclusão e exclusão das amostras

Todos os dentes, após extração, foram lavados abundantemente em água corrente e todo o sangue e tecido aderente foi removido com o auxílio de curetas, como de acordo com a norma ISO/TS 11405 de 2015.

2.5.Caracterização da amostra

Os dentes foram distribuídos por três grupos com 16 amostras cada, de forma a que cada grupo tivesse aproximadamente o mesmo número de dentes de cada tipo (tabela 3). O grupo I foi armazenado em água destilada, o grupo II foi armazenado em formalina a 10% e o grupo III em cloramina T a 1%. A distribuição dos dentes por grupo, segundo o tipo de dente, encontra-se descrita na tabela 3. As amostras permaneceram nos meios durante, em média, dois meses antes de serem submetidas ao teste de resistência adesiva.

	Grupo I (água destilada)	Grupo II (formalina a 10%)	Grupo III (cloramina T a 1%)
1 ^{os} molares	2	2	3
2 ^{os} molares	8	8	7
Caninos	6	6	6
Total	16	16	16

Tabela 3- Distribuição dos dentes por grupo, segundo o tipo de dente

2.6. Metodologia de investigação

2.6.1. Cimentação dos *brackets*

Foram utilizados *brackets* metálicos de aço inoxidável de pré-molares (Victory Series[®])⁵ (figura 7), uma vez que não existem no mercado *brackets* próprios para dentes decíduos. A adesão dos *brackets* ao esmalte foi feita em todos os dentes com o mesmo sistema adesivo fotopolimerizável, o *Transbond*[®] XT Light Cure⁵ (figura 8).

Figura 7- *Brackets* metálicos de pré-molares (Victory Series[®])

⁵ 3M Unitek, Monrovia, USA



Figura 8- Sistema adesivo ortodôntico utilizado *Transbond™ XT®*

O procedimento adesivo iniciou-se pela profilaxia da coroa do dente, utilizando uma escova de polimento e pasta profilática *Clean Polish*⁶. Depois, a amostra foi lavada abundantemente com água e seca cuidadosamente com jato de ar isento de óleo e humidade.

Após a limpeza do esmalte, efetuou-se o seu condicionamento com uma solução de ácido ortofosfórico em gel a 35% durante 60 segundos. Decorrido este tempo, o esmalte foi lavado durante 20 segundos e seco cuidadosamente com jato de ar isento de óleo e humidade.

Após a verificação do correto condicionamento do esmalte, foi aplicada uma camada uniforme de *primer* (*Transbond® XT light cure adhesive primer*) na face vestibular do dente. Com a seringa, cobriu-se a base de cada *bracket* com cimento de resina fotopolimerizável (*Transbond® XT lightcure adhesive paste*). O *bracket* foi então colocado suavemente sobre a superfície do dente, ajustado na sua posição final e pressionado firmemente para o assentar. Os excessos de adesivo foram cuidadosamente removidos com uma sonda em redor da base do *bracket* sem o mudar de posição. Por fim, o sistema adesivo foi fotopolimerizado durante 3 segundos a mesial e 3 segundos a distal do *bracket*, a uma distância de 2-3 milímetros do mesmo. O aparelho de fotopolimerização utilizado foi o *Ortholux® Luminous Curing Light*⁷ (figura 9) que emite uma luz com um comprimento de onda entre 430 e 480 nm, com uma intensidade de aproximadamente 1600 mW/cm².

⁶ Kerr, California, USA

⁷ 3M Unitek, Monrovia, USA



Figura 9- Fotopolimerizador *Ortholux® Luminous Curing Light*

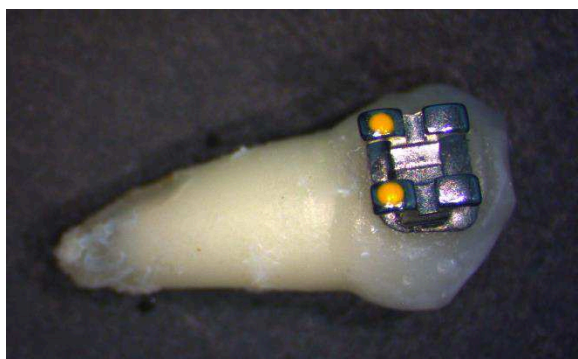


Figura 10- Canino decíduo com *bracket* cimentado na sua face vestibular

2.6.2. Montagem dos dentes em cilindros de resina acrílica

Imediatamente após a cimentação dos *brackets* os dentes foram armazenados durante 24 horas em água destilada. Decorrido este tempo, os dentes foram incluídos em resina acrílica autopolimerizável *ProBase Cold*⁸. Neste procedimento foram utilizados anéis de aço (figura 11), com 20mm de altura e 17mm de diâmetro, de forma a padronizar a dimensão dos cilindros e uniformizar a posição em que vão ser realizados os procedimentos laboratoriais. Depois de preencher os anéis com resina acrílica, a raiz dos

⁸ Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein

dentes foi imersa na mesma, posicionando-os de forma a que a face vestibular da coroa ficasse perpendicular à base do acrílico (figura 12).



Figura 11- Anel de aço



Figura 12- Dente decíduo incluído em resina acrílica autopolimerizável

Alguns dos dentes decíduos já apresentavam as raízes reabsorvidas o que não permitia a retenção dos mesmos nos cilindros de acrílico. Foi então necessário utilizar uma resina composta convencional fotopolimerizável (*Filtek® Z250*)⁹ para fazer um prolongamento da coroa do dente, semelhante a uma raiz, de forma a permitir a retenção do dente no acrílico.

2.6.3. Resistência adesiva ao cisalhamento

Para avaliar a resistência adesiva entre o *bracket* e o esmalte, cada amostra foi submetida ao teste de cisalhamento utilizando uma máquina de testes universal (*Shimadzu® Autograph AG-IS*)¹⁰ (figura 13).

⁹ 3M Unitek, Monrovia, USA

¹⁰ Shimadzu Corporation, Tóquio, Japão

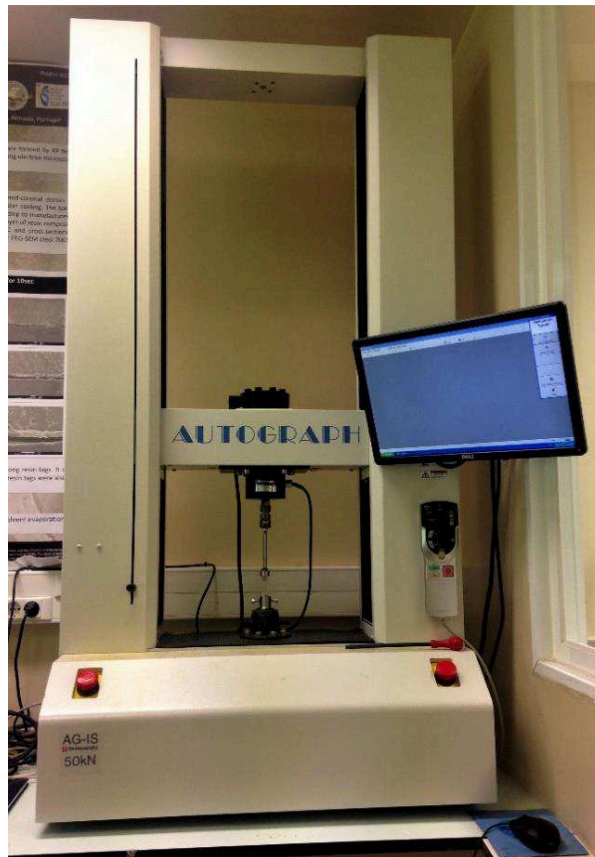


Figura 13- Máquina de testes Universal (Shimadzu® Autograph AG-IS)

As cargas foram aplicadas recorrendo a uma ansa de aço inoxidável presa num *jig* feito do mesmo material especialmente confeccionado para este tipo de teste (figura 14).



Figura 14- Jig de aço inoxidável com ansa do mesmo material

As amostras foram posicionadas no braço fixo da máquina, com a superfície de união entre o esmalte e o *bracket* alinhada em relação ao braço superior móvel, de modo a que a direção da força aplicada fosse paralela à base do *bracket* (figura 15).

O teste foi realizado à velocidade de 1 milímetro por minuto até à falha adesiva ocorrer.



Figura 15- Amostra posicionada no braço fixo na máquina e jig com a ansa posicionada no braço móvel

Os valores de resistência adesiva foram registados em kN que, posteriormente, foram convertidos para MegaPascal (Mpa) através da divisão da força (em Newtons) registada no momento do descolamento, pela área da base do *bracket* (em milímetros quadrados).

Para determinar a área da base do *bracket* recorreu-se ao programa *ImageJ*. Neste, foi aberta uma fotografia de um *bracket* (*Victory Series*®), obtida através de uma

lupa estereomicroscópica *Leica*® MZ6¹¹ com uma câmara *Leica*® DFC 290HD¹⁰ (figura 17) acoplada, utilizando um fator de ampliação de 20 vezes.

De seguida, utilizando como referência a escala gráfica que se encontra em micrómetros no canto inferior direito da fotografia, a unidade de comprimento foi alterada para milímetros de forma a que o valor de área obtido fosse apresentado em milímetros quadrados. Os limites da base do *bracket* foram marcados permitindo ao programa utilizado determinar a sua área, obtendo-se um valor de 9,434 mm² (figura 16).

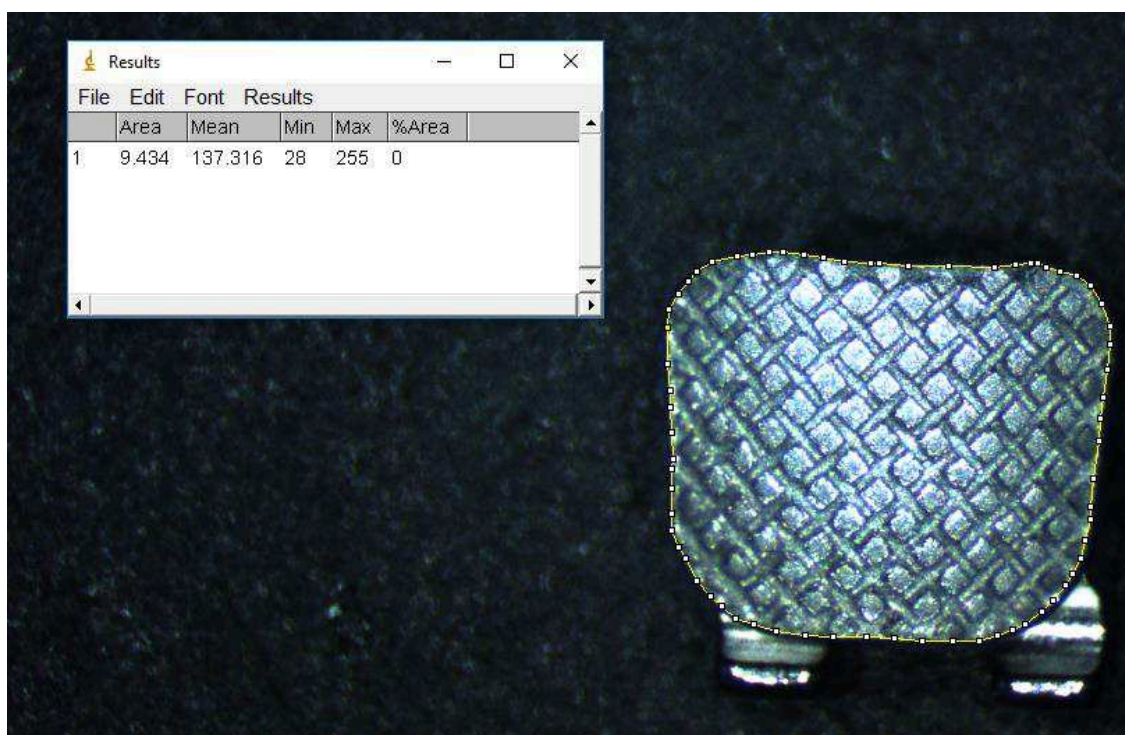


Figura 16- Limites da base do *bracket* marcados para cálculo da área no programa *ImageJ*

2.6.4. Avaliação à lupa estereomicroscópica

Para avaliação do adesivo remanescente, toda a amostra foi observada recorrendo à mesma lupa estereomicroscópica já anteriormente mencionada (figura 17), utilizando um fator de ampliação de 20 vezes. Para obter fotografias e analisar a base dos *brackets* recorreu-se ao software *Leica*® *Application Suite*¹⁰ versão 3.8.0.

¹¹ Leica, Wetzlar, Germany

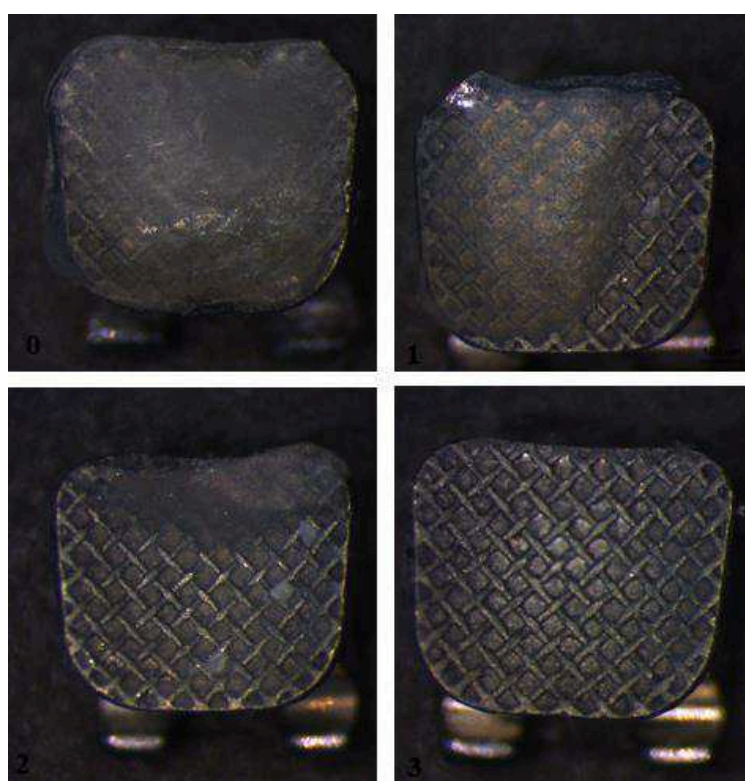


Figura 17- Lupa estereomicroscópica *Leica*® MZ6 com câmara *Leica*® DFC 290HD acoplada

Foi utilizada uma modificação do Índice de Adesivo Remanescente (IAR) de Årtun e Bergland no qual, em vez de se avaliar a quantidade de adesivo remanescente no dente, avaliou-se o remanescente de adesivo presente na base do *bracket* (tabela 4 e figura 18). Sendo o IAR um índice com algum grau de subjetividade, recorreu-se a um segundo avaliador para chegar a um consenso nos *brackets* que suscitaram algumas dúvidas na determinação do valor de índice.

Índice	Definição
0	100% do sistema adesivo remanescente na base do <i>bracket</i>
1	Mais de 50% do sistema adesivo remanescente na base do <i>bracket</i>
2	Menos de 50% do adesivo remanescente na base do <i>bracket</i>
3	Ausência de sistema adesivo remanescente na base do <i>bracket</i>

Tabela 4 - Índice de Adesivo Remanescente modificado

Figura 18- Base dos *brackets* representativa de cada um dos índices de adesivo remanescente

O IAR foi também utilizado para definir o local da falha adesiva e classificar a mesma em três tipos:

- Falha na interface adesivo-esmalte
- Falha na interface adesivo-*bracket*
- Falha do tipo misto (adesiva e coesiva do sistema adesivo)

Este sistema de caracterização da falha adesiva foi adaptado da classificação

descrita por Kanemura, Sano e Tagami (1999).

2.7. Questões da investigação

Problema 1: Existirá alguma diferença na força de adesão de *brackets* ortodônticos em dentes decíduos entre os três meios de armazenamento?

Hipótese nula (H0): Não existe diferença na força de adesão de *brackets* ortodônticos em dentes decíduos entre os três meios de armazenamento.

Hipótese alternativa (H1): Existe diferença na força de adesão de *brackets* ortodônticos em dentes decíduos entre os três meios de armazenamento.

Problema 2: O meio de armazenamento influencia o tipo de falha do sistema adesivo?

Hipótese nula (H0): O meio de armazenamento não influencia o tipo de falha do sistema adesivo.

Hipótese alternativa (H1): O meio de armazenamento influencia o tipo de falha do sistema adesivo.

2.8. Metodologia estatística

A gestão e organização dos dados foi realizada com recurso ao programa *Microsoft Office Excel* 2016 para *Windows*. A análise estatística dos resultados obtidos foi efetuada com o programa SPSS (*Statistical Package for Social Science*).

A estatística descritiva dos valores de resistência adesiva ao cisalhamento foi realizada determinando-se a média, a variância, desvio padrão e valores máximos e mínimos para cada um dos grupos.

Para estabelecer uma relação entre os valores de resistência adesiva obtidos (variável dependente) e os vários meios de armazenamento (variável independente) recorreu-se ao teste paramétrico ANOVA *one-way* (*Analysis of Variance*), visto que a

comparação é entre mais de dois grupos e a variável dependente é do tipo quantitativo. Para confirmar a validade deste teste é necessário que a distribuição da variável em estudo seja normal e que haja homogeneidade de variâncias entre os grupos experimentais, ou seja, que as variâncias ou desvios-padrão das medidas de resistência adesiva sejam equivalentes entre os quatro grupos experimentais.

Para verificar a normalidade da distribuição dos resultados de cada grupo realizaram-se os testes de *Kolmogorov-Smirnov* e de *Shapiro-Wilk*, e para verificar a homogeneidade de variâncias o teste de *Levene*.

A associação entre o IAR e o meio de armazenamento foi determinada através do teste de *Kruskal-Wallis*.

Estipulou-se como referência para aceitar ou rejeitar a hipótese nula um nível de significância (p) igual ou inferior a 0,05.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Resultados

3.1.1. Resistência adesiva

Este estudo foi realizado com 48 dentes decíduos humanos que, para responder aos seus objetivos, foram distribuídos por três grupos de 16 elementos. Cada amostra foi submetida ao teste de resistência adesiva ao cisalhamento e os resultados obtidos (em MPa) estão descritos na tabela 5.

A variação do número de amostras em cada grupo deveu-se a um erro do operador na preparação de alguns espécimes para a sua inclusão nos blocos de acrílico.

Nº da amostra	Grupo I (água destilada)	Grupo II (formalina)	Grupo III (cloramina)
1	9,75	6,43	8,23
2	4,94	2,95	3,66
3	5,93	7,79	3,97
4	4,12	2,74	3,71
5	8,45	2,96	11,75
6	12,88	7,01	8,41
7	10,98	11,37	5,74
8	9,49	8,41	5,81
9	1,26	9,70	7,89
10	4,93	8,64	5,63
11	5,63	5,82	8,07
12	4,61	8,64	5,73
13	6,37	13,08	7,33
14	8,49	10,07	0,29
15	-	-	5,04
16	-	-	5,93
Média	6,99	7,54	6,07

Tabela 5- Valores da força de adesão obtidos nos três grupos, em MegaPascals (MPa)

Na tabela 6 é apresentada a estatística descritiva (média, desvio padrão, mínimo e máximo) dos dados obtidos nos ensaios de resistência adesiva ao cisalhamento. Na figura 19 é apresentado um *box-plot* que permite comparar graficamente o mesmo conjunto de medidas.

Grupo	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
I	14	6,99	3,13	1,26	12,88
II	14	7,54	3,15	2,74	13,08
III	16	6,07	2,61	0,29	11,75

Tabela 6- Análise descritiva dos valores de resistência adesiva obtidos (MPa)

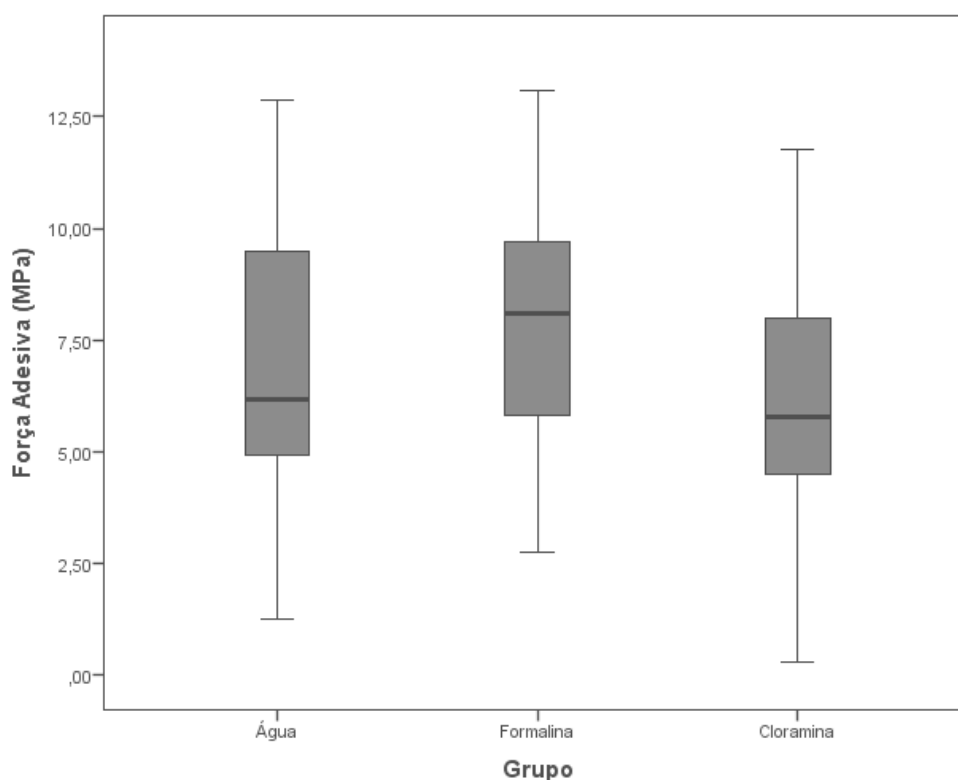


Figura 19- Box-plot dos valores de resistência adesiva obtidos

Os valores médios de adesão mais elevados verificaram-se para o grupo II (7,54 MPa) que tinha como meio de armazenamento a formalina a 10%. O grupo I,

correspondente às amostras armazenadas em água destilada, apresentou um valor médio de 6,99 Mpa de força de adesão. O valor médio mais baixo foi encontrado no grupo III (6,07 MPa), cujos espécimes tinham sido armazenados em cloramina T a 1%.

Na tabela 7 pode-se verificar a normalidade da distribuição dos valores obtidos, segundo os testes de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov* e *Shapiro-Wilk* ($p < 0,05$). Na tabela 8 pode confirmar-se a homogeneidade de variâncias através da estatística de Levene.

Grupo	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estatística	gl	Sig.	Estatística	Gi	Sig.
I	0,149	14	0,200	0,971	14	0,887
II	0,141	14	0,2	0,950	14	0,554
III	0,147	16	0,200	0,958	16	0,623

Tabela 7- Testes de normalidade *Kolmogorov-Smirnov* e *Shapiro-wilk*

Estatística de Levene	gl1	gl2	Sig.
0,699	2	41	0,503

Tabela 8- Teste de homogeneidade de variâncias

Verificou-se assim o cumprimento dos dois pressupostos necessários para confirmar a validade da análise de variância (ANOVA *one-way*). Os resultados deste teste são apresentados na tabela 9.

	Soma dos quadrados	gl	Quadrado médio	F	Sig.
Entre grupos	16,61	2	8,31	0,95	0,395

Tabela 9- Análise de variância (ANOVA *one-way*)

Como se pode verificar, o teste ANOVA *one-way* revelou inexistência de diferenças estatisticamente significativas entre os três grupos testados no que diz respeito à força de adesão ($p>0,05$).

3.1.2. Índice de Adesivo Remanescente e caracterização da falha adesiva

O IAR foi avaliado em cada uma das amostras e a sua distribuição, em função dos diversos grupos experimentais, está apresentada na tabela 10 e na figura 20.

Grupos	IAR				Total
	0	1	2	3	
I	5	5	3	1	14
II	2	6	3	3	14
III	4	6	5	1	16
Total	11	17	11	5	44

Tabela 10- Distribuição das amostras, por grupo, segundo o IAR

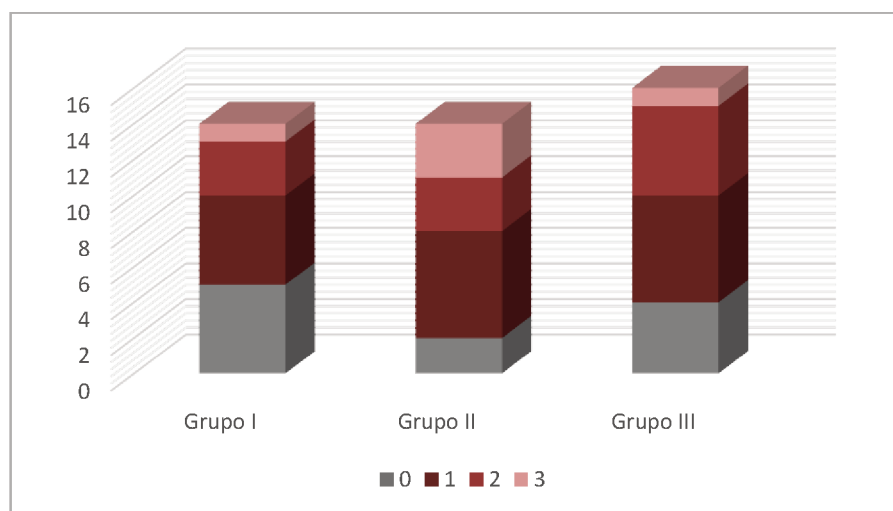


Figura 20- Frequência absoluta das amostras, por grupo, segundo o IAR

O IAR foi também utilizado para determinar o tipo de falha adesiva ocorrida (figuras 21 a 24). Valores de IAR de zero, isto é, quando todo o remanescente adesivo fica na base do *bracket*, equivalem a uma falha adesiva na interface esmalte-adesivo (IEA). Valores de IAR de um e dois são indicativos de um tipo de falha mista, ficando parte do adesivo aderido à base do *bracket* e o restante à superfície do esmalte. Por último, valores de IAR de 3 indicam que a falha adesiva ocorreu na interface adesivo-*bracket* (IAB).

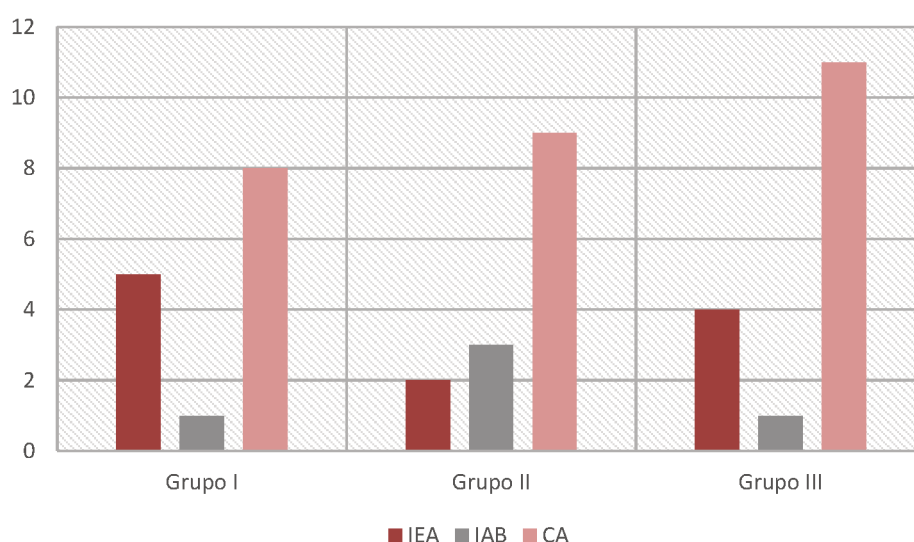


Figura 21- Frequência absoluta das amostras, por grupo, segundo o tipo de falha adesiva

Grupo I

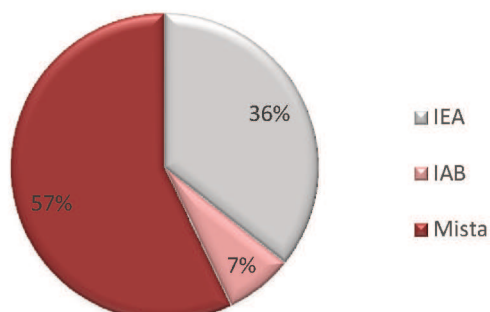


Figura 22- Tipos de falha adesiva ocorridos nos espécimes armazenados em água destilada

Grupo II

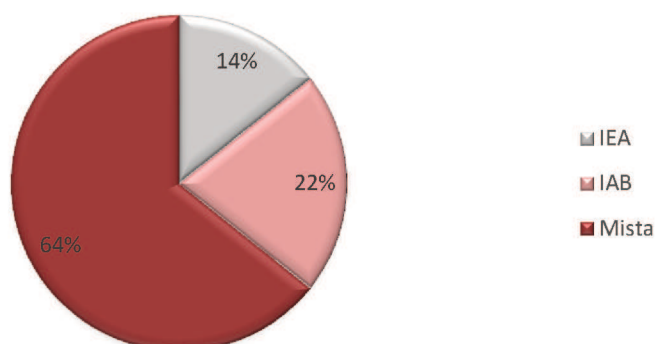


Figura 23- Tipos de falha adesiva ocorridos nos espécimes armazenados em formalina a 10%

Grupo III

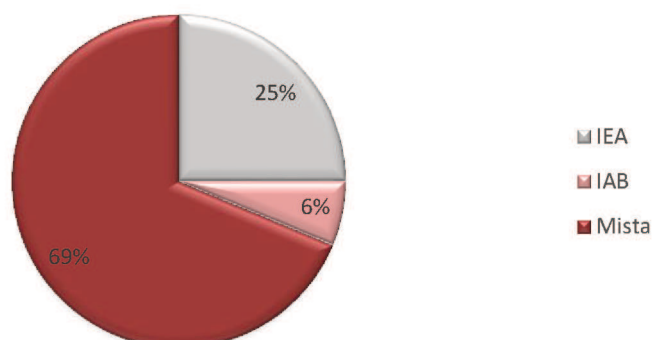


Figura 24- Tipos de falha adesiva ocorridos nos espécimes armazenados em cloramina T a 1%

A falha de adesão mista foi o tipo de falha mais observada nos três grupos. Nos grupos I e III, a falha na interface adesivo-*bracket* foi a menos frequente, representando apenas 7% e 6%, respectivamente. Para o grupo II o tipo de falha menos observada ocorreu na interface entre o esmalte e o adesivo, constituindo 14%.

O teste de *Kruskal-Wallis* mostrou não haver diferença estatisticamente significativa entre os três grupos testados ($p=0,413$), o que significa que não há uma associação entre o meio de armazenamento e o IAR e, conseqüentemente, com o tipo de falha ocorrida.

3.2. Discussão

3.2.1. Escolha da investigação

Em ortodontia, tem sido realizada uma quantidade considerável de estudos com vista a otimizar a adesão dos *brackets* ortodônticos ao esmalte. Os testes *in vitro*, realizados para avaliar a resistência adesiva de um sistema adesivo, são uma fonte de informação valiosa para o seu uso clínico. No entanto, são vários os fatores que podem adulterar os resultados obtidos, sendo um deles o meio no qual os dentes são conservados após a extração.

Dada a importância do meio de armazenamento para prevenção da desidratação e para desinfecção dos dentes, têm sido realizados alguns estudos com o objetivo de avaliar os seus efeitos nos dentes usados para fins científicos (Goodis et al., 1993; Kimura, Shimizu & Fujii, 1985; Titley et al., 1998). Contudo, na literatura, só foi encontrado um trabalho sobre o efeito do meio de armazenamento na força de adesão de *brackets* ortodônticos em dentes permanentes de bovino (Jaffer et al., 2009).

Várias formas de maloclusão são desenvolvidas na dentição decídua ou mista e é recomendado o seu tratamento precoce para melhorar o desenvolvimento dentário e esquelético. Algumas formas de tratamento ortodôntico intercetivo envolvem a adesão de *brackets* ortodônticos a dentes decíduos. Estes podem ser usados como âncoras para um movimento mais eficiente dos dentes permanentes ou podem ser movimentados para arranjar espaço para a dentição definitiva e para alcançar uma melhor relação intermaxilar (Endo et al., 2006). Existem também muitos casos de agenesia de dentes permanentes nos

quais o dente decíduo correspondente é mantido e incluído no tratamento ortodôntico fixo para, por exemplo, preservar o osso alveolar e manutenção do espaço para posterior reabilitação.

A maioria dos estudos relativos à força dos sistemas adesivos utilizados em ortodontia têm sido realizados usando dentes permanentes de humano ou de bovino. O uso de dentes decíduos tem sido raro (Endo et al., 2008; Ergas, Hondrum, Mathieu, James, & Dds, 1995). No entanto, um estudo de Endo et al (2008) mostrou que a força de adesão de *brackets* é francamente menor em dentes decíduos. Sendo o tratamento ortodôntico intercetivo tão importante, torna-se evidente a necessidade de realizar mais trabalhos sobre a adesão de *brackets* ortodônticos a estes dentes.

No presente estudo avaliou-se o efeito que diferentes meios de armazenamento têm na força de adesão de *brackets* ortodônticos em dentes decíduos. O objetivo era determinar qual meio mais indicado para o efeito, isto é, aquele que provoca menos alterações na integridade do esmalte permitindo obter resultados mais próximos daqueles que obteríamos num estudo *in vivo*. Isto permitia assim padronizar a solução utilizada para armazenar os dentes decíduos em estudos futuros, permitindo fazer comparações entre os mesmos.

3.2.2. Escolha do método de investigação e seleção da amostra

Para a realização deste trabalho foi desenvolvido um protocolo de acordo com os materiais e métodos de estudos semelhantes, uma vez que não existe nenhum protocolo estabelecido para este tipo de estudo. A escolha dos meios recaiu sobre a água destilada, a formalina a 10% e a cloramina T a 1%. Muitas soluções têm sido sugeridas pela literatura, mas dado o tempo reduzido para a realização deste estudo, tivemos de optar por um menor número de soluções para que a amostra em cada grupo fosse mais significativa.

Foram várias as razões que levaram a optar por estes meios em detrimento de outros, sendo a principal razão o facto de serem comumente usados nos estudos sobre adesão em ortodontia, tornando-se especialmente relevante estudar a sua influência nestes.

Esta escolha teve como principal referência o estudo realizado por Jaffer et al (2009) que estudou o efeito de seis meios de armazenamento (formalina 10%, cloramina T a 1%, cloramina T a 10%, soro fisiológico, água e etanol 70%) na força de adesão de *brackets* ortodônticos em dentes permanentes de bovino. Deste estudo concluiu-se que o etanol teve um efeito negativo na adesão e o seu uso como meio de armazenamento deve ser evitado. Por esta razão, este não foi um dos meios escolhidos para o presente estudo. Os restantes meios testados apresentaram forças de adesão semelhantes, à exceção da formalina que mostrou valores ligeiramente superiores. Os autores pensam que esta diferença se possa dever a uma irregularidade nos resultados do teste, uma vez que a diferença do valor médio da força adesiva era muito reduzida. Apesar deste resultado, a formalina a 10% foi um dos meios escolhidos para este trabalho por ser utilizada com frequência em substratos inorgânicos, parecendo por isso uma solução adequada para estudos sobre a adesão ao esmalte. Relativamente à cloramina a 1%, esta foi escolhida não só por ser um desinfetante eficaz, mas também por ser recomendada como meio de armazenamento pelas normas ISO/TS 11405 (2015). A água destilada continua a ser o meio de armazenamento mais escolhido nos estudos *in vitro* em ortodontia, pelo que não poderia deixar de ser um dos meios estudados (Fox et al., 1994; Neto, 2004). O timol, apesar de não ter feito parte do presente estudo nem do estudo de Jaffer (2009), tem sido uma solução muito utilizada como meio de armazenamento em estudos cujo objetivo é avaliar a adesão ao esmalte (Goodis et al., 1993; Maranhão, 2009; Titley et al., 1998; Tosun et al., 2007). No entanto, não foi um dos meios selecionados para integrar este trabalho uma vez que já mostrou, em diversos estudos, alterar a integridade do esmalte desmineralizando-o (Moura et al., 2004). Outra desvantagem deste meio é o facto de inibir a polimerização de metacrilatos, que integram a composição dos cimentos ortodônticos (Tosun et al., 2007).

Relativamente à seleção da amostra, esta foi realizada conforme os critérios do estudo de Endo et al (2008) que indicavam que a superfície do esmalte da face vestibular tinha de estar intacta, sem cáries, restaurações ou qualquer outra alteração. Os incisivos decíduos foram excluídos do estudo uma vez que a área disponível para a adesão, isto é, a sua face vestibular, é demasiado pequena para o tamanho dos *brackets* utilizados. A divisão dos dentes pelos três grupos foi feita de forma a que cada grupo tivesse igual número de caninos e molares, tal como sugerido por Hobson et al (2000).

A cimentação dos *brackets* foi realizada de acordo com as normas do fabricante,

alterando apenas o tempo de condicionamento ácido para 60 segundos. Esta alteração deve-se ao facto da camada aprismática ser mais espessa nos dentes decíduos, pelo que é recomendado aumentar o tempo de condicionamento ácido (Smutka, Jedrychowsky & Caputo, 1978).

Entre a cimentação dos *brackets* e a realização do teste de resistência adesiva, os dentes foram armazenados em água, como recomendado por Fox et al (1994) e por Vinagre et al (2014). Estes autores concluíram que a força adesiva vai aumentando ao longo do tempo, atingindo o nível máximo de adesão 24 horas após o procedimento. Isto sugere que o tempo entre a cimentação dos *brackets* e a realização do teste não é crítico desde que este período não seja inferior a 24 horas.

A montagem dos dentes em cilindros de resina acrílica foi adaptada da forma descrita por diversos estudos (Ergas et al., 1995; Jaffer et al., 2009; Sachdeva, 2012), de modo a uniformizar a posição de todos os dentes para que a direção da força aplicada fosse igual em todos eles. A escolha da velocidade a que foi realizado o teste de resistência adesiva ao cisalhamento, 1 mm/min, foi aquela utilizada noutros estudos semelhantes consultados (Endo et al., 2008; Jaffer et al., 2009; Sachdeva, 2012).

Outro objetivo deste estudo era perceber se existia alguma relação entre o meio de armazenamento utilizado e o local onde ocorre a falha na adesão. Para tal, os *brackets* foram observados através de uma lupa estereomicroscópica com um fator de ampliação de 20 vezes, como recomendado por Montasser e Drummond (2009), e sujeitos a uma análise qualitativa através do índice de adesivo remanescente. A escolha deste índice deveu-se ao facto de, ao longo dos anos, este ter sido o mais utilizado em estudos sobre adesão em ortodontia, facilitando assim a comparação de resultados entre estes (Fox et al., 1994; Neto, 2004).

3.2.3. Discussão dos resultados

O principal objetivo deste trabalho era perceber se existia alguma diferença na força de adesão de *brackets* ortodônticos em dentes decíduos entre os três meios de armazenamento. Os resultados obtidos mostraram não haver diferenças estatisticamente significativas.

O único estudo semelhante encontrado na literatura foi realizado em dentes permanentes de bovino (Jaffer et al., 2009), o que não permite que os valores relativos à força de adesão sejam comparados.

Os dentes decíduos, apesar da sua estrutura básica ser semelhante à dos dentes permanentes, apresentam algumas características únicas que levam a que o seu comportamento seja diferente em determinadas situações. A camada aprismática de esmalte, mais comum e mais espessa nos dentes decíduos, é mais resistente ao condicionamento ácido, o que resulta numa penetração insuficiente de resina e numa menor força de adesão. Além disso, a zona da face vestibular onde esta camada é mais comum é no terço médio, precisamente na zona onde o *bracket* é cimentado. Assim, como seria de esperar, os valores médios de resistência adesiva obtidos no presente estudo foram muito menores do que aqueles obtidos no estudo de Jaffer et al (2009) em dentes permanentes. Os valores obtidos em ambos os estudos estão apresentados na tabela 11 e na figura 25.

	Água destilada	Formalina	Cloramina
Presente estudo	6,99	7,54	6,07
Estudo de Jaffer et a (2009)	14,5	16,9	14,4

Tabela 11- Comparação dos valores de resistência adesiva obtidos no nosso estudo e no estudo de Jaffet et al (2009)

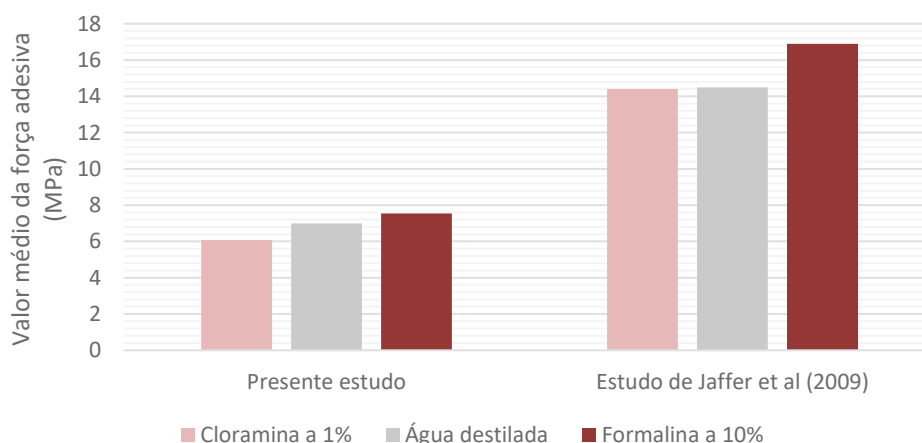


Figura 25- Comparação do valor médio de força de adesão (MPa) obtidos nos dois estudos, segundo o meio de armazenamento

O valor médio de força adesiva nas amostras armazenadas em cloramina foi de 6,07 MPa, menos de metade do valor obtido no estudo de Jaffer et al (14,4 MPa). Nos espécimes guardados em água destilada foram obtidos valores muito próximos a estes em ambos os trabalhos (6,99 e 14,5 MPa). Já a formalina foi o meio que apresentou valores superiores, com valores de 16,9 MPa no estudo de 2009 e de 7,54 MPa no nosso trabalho.

Apesar do valor médio de força adesiva ser muito diferente entre os dois estudos, o facto de ambos terem sido realizados segundo protocolos e condições muito similares, permite comparar, em certa medida, a influência de cada meio. É possível verificar que, nos dois estudos, as amostras armazenadas em formalina a 10% foram aquelas que apresentaram valores mais elevados, seguida da água destilada e, por fim, a cloramina a 1%. Além disso, em ambos, a diferença na força de adesão entre os três meios não foi estatisticamente significativa, mostrando que os resultados se encontram em conformidade.

Na literatura não existem diretrizes claras acerca dos valores ideais de força adesiva, mas segundo Reynolds (1975), forças compreendidas entre 6 e 8 MPa são suficientes para uma adesão clinicamente bem sucedida. Neste trabalho, nos três grupos, os valores médios de força de adesão foram superiores àqueles exigidos clinicamente. Tal pode significar que qualquer um dos três meios em estudo pode ser usado para armazenar dentes decíduos em estudos da força adesiva em ortodontia.

O IAR foi útil para determinar o local onde ocorreu a falha adesiva aquando do descolamento do *bracket*. A falha mista – coesiva e adesiva – do sistema adesivo, correspondente a valores de IAR de 1 e 2, foi o tipo de falha mais observada nos três grupos experimentais.

Não houve uma diferença estatisticamente significativa entre os três meios relativamente ao IAR, pelo que se pode concluir que os vários meios de armazenamento não influenciaram o local onde ocorreu a falha de adesão.

Resumindo, os resultados mostraram que os meios utilizados neste trabalho não têm efeito sobre a força de adesão dos *brackets* a dentes decíduos, nem sobre o local onde ocorre a falha adesiva. Estes resultados facilitam a escolha do meio de armazenamento em futuros estudos sobre a adesão em dentes decíduos, sem que isso determine uma diferença nos resultados alcançados.

Cada um dos meios estudados tem as suas vantagens e desvantagens. A água destilada não tem qualquer poder antibacteriano. A formalina, por outro lado, é um desinfetante eficiente, mas é uma solução que requer alguns cuidados na sua utilização, pois é irritante e tem potencial carcinogénico. Finalmente, a cloramina é também um eficaz agente antibacteriano e já mostrou não ter efeitos adversos na dentina (DeWald, 1997). Parece, por isso, ser a solução mais adequada para ser utilizada como meio de armazenamento nestes estudos. Não obstante, mais investigações semelhantes a esta devem ser realizadas.

3.2.4. Limitações da investigação

A maior limitação deste estudo foi o tempo reduzido para a sua realização. A recolha de dentes decíduos mostrou-se muito difícil de conseguir uma vez que estes, quando hígidos, só são extraídos pelo médico dentista por motivos ortodônticos ou por permanência prolongada na cavidade oral. Era necessário mais tempo para conseguir uma amostra mais significativa de forma a obtermos um maior grau de precisão nos resultados. Uma amostra demasiado pequena pode levar à extrapolação falaciosa dos resultados. Um maior número de dentes traria também a possibilidade de estudar a influência de outros meios vulgarmente utilizados.

A falta de tempo para a realização deste trabalho também não permitiu estudar o possível efeito que o tempo de armazenamento pode ter nos dentes decíduos.

Para alcançar resultados mais conclusivos, o tempo de armazenamento dos dentes deveria ter sido maior, com uma amostra de maior dimensão e com variação da duração de armazenamento entre grupos experimentais.

Outra limitação foi a falta de estudos realizados com o mesmo objetivo. Encontram-se na literatura alguns trabalhos semelhantes, mas nenhum deles foi realizado em dentes decíduos, o que não permitiu uma comparação precisa de resultados.

3.2.5. Sugestões para estudos futuros

Seria sem dúvida importante convencionar-se um protocolo para ser aplicado em

estudos de avaliação da força adesiva em ortodontia, para uma melhor comparação de resultados entre as investigações.

Como tal, seria interessante que futuramente se realizassem trabalhos semelhantes a este, seguindo os mesmos protocolos e condições, mas com uma amostra maior. Isto iria possibilitar o estudo de um maior número de variáveis, nomeadamente a influência de diferentes durações de armazenamento e também o efeito de outras soluções habitualmente utilizadas, que não foram incluídas nestes estudo, sobre a adesão de *brackets* a dentes decíduos.

IV. CONCLUSÃO

Após a realização desta investigação e de acordo com os resultados obtidos conclui-se que:

- Não existe diferença significativa nos valores de resistência adesiva obtidos nos três grupos estudados, o que significa que os meios de armazenamento escolhidos para a realização deste estudo não têm influência na força de adesão de *brackets* ortodônticos em dentes decíduos.
- O armazenamento de dentes em água destilada, formalina a 10% e cloramina T a 1% leva a forças de adesão comparáveis, pelo que a escolha de qualquer um destes meios parece não influenciar a força de adesão de *brackets* ortodônticos.
- Nenhum dos meios de armazenamento tem influência no tipo de falha adesiva ocorrido aquando do descolamento do *bracket*.

V. BIBLIOGRAFIA

- Anusavice, K. J. (2013). Bonding and bonding agents. In K. J. Anusavice, C. Shen, & H. R. Rawls (Eds.), *Phillip's Science of Dental Materials* (pp. 257–274). Missouri, USA: Elsevier Health Sciences.
- Årtun, J., & Bergland, S. (1984). Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *American Journal of Orthodontics*, 85(4), 333–340.
- Başaran, G., & Veli, I. (2011). Modern Etching and Bonding Materials in Orthodontics. *Principles in Contemporary Orthodontics*, 181–212.
- Bishara, S. E., Gordan, V. V., VonWald, L., & Olson, M. E. (1998). Effect of an acidic primer on shear bond strength of orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 114(3), 243–247.
- Bishara, S. E., & Ostby, A. W. (2010). Bonding and Debonding From Metal to Ceramic: Research and its Clinical Application. *Seminars in Orthodontics*, 16(1), 24–36.
- Bonetti, AG., Zanarini, M., Incerti Parenti, S., Lattuca, M., Marchionni, S., & Gatto, M. R. (2011). Evaluation of enamel surfaces after bracket debonding: An in-vivo study with scanning electron microscopy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 140(5), 696–702.
- Breschi, L., Ferracane, J., Cadenaro, M., Mazzoni, A., & Hilton, T. (2013). Adhesion to enamel and dentin. In T. J. Hilton, J. L. Ferracane, & J. C. Broome (Eds.), *Summitts's fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach* (pp. 207–242). Hanover Park, Illinois, USA: Quintessence Publishing Company.
- Buonocore, M. G. (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Journal of Dental Research*, 34, 849-853.
- Buonocore, M. G., Matsui, A., & Gwinnett, A. J. (1968). Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with reference to bonding. *Archives of Oral Biology*, 13(1), 61–70.

- Campbell, P. M. (1995). Enamel surfaces after orthodontic bracket debonding. *The Angle Orthodontist*, 65(2), 103-110.
- Carstensen, W. (1995). Effect of reduction of phosphoric acid concentration on the shear bond strength of brackets. *American Journal Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 108(713), 274–277.
- DeWald, J. P. (1997). The use of extracted teeth for in vitro bonding studies: A review of infection control considerations. *Dental Materials*, 13(2), 74–81.
- Duraisamy, S., Manjula, WS., Muthusamy, L. & Vimala, G. (2012). Evaluation of shear bond strength of a polyacid modified composite resin used as orthodontic bonding material. *Journal of research in dental sciences*, 3(3), 186-192.
- Eliades, T., & Brantley, W. A. (2000). The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. *European Journal of Orthodontics*, 22(1), 13–23.
- Eliades, T., Gioka, C., Eliades, G., & Makou, M. (2004). *Enamel surface roughness following debonding using two resin grinding methods. European Journal of Orthodontics*. 26(3), 333-338.
- Endo, T., Mizutani, Y., & Ozoe, R. (2006). Effects of early treatment of maxillary incisor crowding by using two bands and four brackets (2x4) mechanotherapy. *Pediatric Dental Journal*, 14(1), 87–94.
- Endo, T., Ozoe, R., Shinkai, K., Shimomura, J., Katoh, Y., & Shimooka, S. (2008). Comparison of shear bond strengths of orthodontic brackets bonded to deciduous and permanent teeth. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 134(2), 198–202.
- Ergas, R. P., Hondrum, S. O., Mathieu, M. S. G. P., James, D. D. S., & Dds, D. K. (1995). In vitro evaluation of an adhesive monomer as a bonding agent for orthodontic brackets to primary teeth and nickel-chromium ion crowns. *Pediatric Dentistry*, 17(3), 204–206.
- Erverdi, N., & Usumez Serdar. (2010). Adhesives and bonding in orthodontics. In R.

- Nanda & S. Kapila (Eds.), *Current Therapy in Orthodontics* (pp. 45–61). Missouri, USA: Mosby Elsevier.
- Fleming, M. G., & Maillet, W. A. (1999). Photopolymerization of composite resin using the argon laser. *Journal of the Canadian Dental Association*, 65(8), 447–450.
- Fox, N. A., McCabe, J. F., & Buckley, J. G. (1994). A Critique of Bond Strength Testing in Orthodontics. *British Journal of Orthodontics*, 21(1), 33–43.
- Gange, P. (2015). The evolution of bonding in orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 147(4), S56–S63.
- Goodis, H. E., Marshall, G. W., White, J. M., Gee, L., Hornberger, B., & Marshall, S. J. (1993). Storage effects on dentin permeability and shear bond strengths. *Dental Materials*, 9(2), 79–84.
- Grocholewicz, K. (2014). Effect of Orthodontic Debonding and Adhesive Removal on the Enamel – Current Knowledge and Future Perspectives – a Systematic Review. *Medical Science Monitor*, 20, 1991–2001.
- Gwinnett. (1966). the Ultrastructure of the “ Prismless ” of Deciduous Teeth Enamel. *Archives of Oral Biology*, 11, 1109–1115.
- Hosein, I., Sherriff, M., & Ireland, A. J. (2004). Enamel loss during bonding, debonding, and cleanup with use of a self-etching primer. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 126(6), 717–724.
- ISSO/TS 11405:2015. *Dentistry - Testing adhesion to tooth structure*. Genebra, Suíça.
- Jaffer, S., Oesterle, L. J., & Newman, S. M. (2009). Storage media effect on bond strength of orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 136(1), 83–86.

- Kakaboura, A., & Papagiannoulis, L. (2005). Bonding of resinous materials on Primary Enamel. In G. Eliades, T. Eliades, & D. Watts (Eds.), *Dental hard tissues and bonding* (pp. 35–51). Berlin, Germany: Springer.
- Karthikeyan, M. K., & Hashir, Y. M. (2011). A new beginning : Debonding orthodontic attachments - A review. *Journal of Dental Sciences*, 2(3), 202–207.
- Kimura, S., Shimizu, T., & Fujii, B. (1985). Influence of Dentin on Bonding of Composite Resin. *Dental Materials Journal*, 4(1), 68–80.
- Klocke, A., & Kahl-Nieke, B. (2005). Influence of force location in orthodontic shear bond strength testing. *Dental Materials*, 21(5), 391–396.
- Knösel, M., Mattysek, S., Jung, K., Sadat-Khonsari, R., Kubein-Meesenburg, D., Bauss, O., & Ziebolz, D. (2010). Impulse debracketing compared to conventional debonding: Extent of enamel damage, adhesive residues and the need for postprocessing. *Angle Orthodontist*, 80(6), 1036–1044.
- Maranhão, K. (2009). The Effect of Storage Solutions on Enamel of Bovine Teeth. *Salusvita, Bauru*, 28(2), 129–134.
- Mashouf, C. (2012). Patent application publication number 13/050,385. San Jose, CA, United States of America.
- Montasser, MA. & Drummond, JL. (2009). Reliability of the adhesive remnant index score system with diffretent magnifications. *The Angle Orthodontist*, 79(4), 773-776.
- Moura, J. S., Rodrigues, L. K. A., Del Bel Cury, A. A., Lima, E. M. C. X., & Garcia, R. M. C. R. (2004). Influence of storage solution on enamel demineralization submitted to pH cycling. *Journal of Applied Oral Science : Revista FOB*, 12(3), 205–208. 4

- Nanci, A. (2017). Structure of the oral tissues. *Ten Cate 's Oral Histology Development, Structure and Function* (pp. 19-25). Missouri, USA: Elsevier.
- Neto, C. (2004). Uma análise dos testes in vitro de força de adesão em Ortodontia. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*, 9(4), 44–51.
- Øgaard, B., & Fjeld, M. (2010). The Enamel Surface and Bonding in Orthodontics. *Seminars in Orthodontics*, 16(1), 37–48.
- Oliveira, M., Torres, C. P., Gomes-silva, J. M., Chinelatti, M. A., & Menezes, F. C. H. de. (2010). Microstructure and mineral content of dental enamel of permanent and deciduous teeth. *Microscopy Research and Technique*, 73(5), 572–577.
- Perdigão, J., Walter, R., Miguez, P., & Swift, E. (2015). Fundamental concepts of enamel and dentin adhesion. In Andre Ritter, H. Heymann, & E. Swift (Eds.), *Sturdevant's art and science of operative dentistry* (pp. 136–159). Missouri, USA: Elsevier.
- Pereira, R. (2012). Adesão indirecta de *brackets* ortodônticos (tese de doutoramento). Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa, Portugal.
- Pickett, K. L., Sadowsky, P. L., Jacobson, A., & Lacefield, W. (2001). Orthodontic in Vivo Bond Strength: Comparison with in Vitro Results. *The Angle Orthodontist*, 71(2), 141–148.
- Pont, H. B., Özcan, M., Bagis, B., & Ren, Y. (2010). Loss of surface enamel after bracket debonding: An in-vivo and ex-vivo evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 138(4), 1–9.
- Powers, J. M., Kim, H., & Turner, D. S. (1997). Orthodontic Adhesives and Bond Strength Testing, *Seminars in orthodontics*, 3(3), 147–156.
- Proffit, W. R., Fields, H. W., & Sarver, D. M. (2007). Aparelhos Ortodônticos

- Contemporâneos. In W. R. Proffit, H. W. Fields, & D. M. Sarver (Eds.), *Ortodontia contemporânea* (4th ed., pp. 367–399). Elsevier Health Sciences.
- Rai, A. K. (2015). Evaluation of bracket failure rate in orthodontic patients bonded with and without primer. *Saudi Journal for Dental Research*, 6(1), 48–53.
- Reena, R. K., Gill, S., & Miglani, A. (2011). Storage Media : A Neglected Variable for in vitro Studies. *Journal of Indian Orthodontic Society*, 45(1), 5–8.
- Reynolds, I. R. (1975). A Review of Direct Orthodontic Bonding. *British Journal of Orthodontics*, 2(3), 171–178.
- Ripa, L. W., Gwinnett, a J., & Buonocore, M. G. (1966). The “prismless” outer layer of deciduous and permanent enamel. *Archives of Oral Biology*, 11(1), 41–48.
- Rix, D., Foley, T. F., & Mamandras, A. (2001). Comparison of bond strength of three adhesives: Composite resin, hybrid GIC, and glass-filled GIC. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 119(1), 36–42.
- Rossouw, P. E. (2010). A Historical Overview of the Development of the Acid-Etch Bonding System in Orthodontics. *Seminars in Orthodontics*, 16(1), 2–23.
- Rueggeberg, F. A. (1991). Substrate for adhesion testing to tooth structure - review of the literature. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 7(1), 2–10.
- Sachdeva, K., Singla, A., Mahjan, V., Jaj, HS., Saini, S. (2012). Effect of Storage Media on Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets: An in vitro Study. *The journal of Indian Orthodontic Society*, 46(4), 203–209.
- Scribante, A., Contreras-bulnes, R., Montasser, M. A., & Vallittu, P. K. (2016). Orthodontics : Bracket Materials , Adhesives Systems , and Their Bond Strength,

2016, 10–12.

Secilmis, A., Dilber, E., Ozturk, N., & Yilmaz, F. G. (2013). The Effect of Storage Solutions on Mineral Content of Enamel. *Materials Sciences and Applications*, 4(July), 439–445.

Sharma-Sayal, S. K., Rossouw, P. E., Kulkarni, G. V., & Titley, K. C. (2003). The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 124(1), 74–82.

Shinya, M., Shinya, A., Lassila, L. V. J., Gomi, H., Varrela, J., Vallittu, P. K., & Shinya, A. (2008). Treated enamel surface patterns associated with five orthodontic adhesive systems--surface morphology and shear bond strength. *Dental Materials Journal*, 27(1), 1–6.

Smutka, S., Jedrychowsky, J. & Caputo, A. (1978). Na evaluation of the primary enamel pretreatments and their effects on resin retention. *Journal of dental research*, 57(7), 796-799.

Sirisha, K., Rambabu, T., Shankar, Y., & Ravikumar, P. (2014). Validity of bond strength tests: A critical review: Part I. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(4), 305-311.

Titley, K. C., Chernecky, R., Rossouw, P. E., & Kulkarni, G. V. (1998). The effect of various storage methods and media on shear bond strengths of dental composite resin to bovine dentine. *Archives of Oral Biology*, 43, 305–311.

Tosun, G., Sener, Y., & Sengun, A. (2007). Effect of storage duration/solution on microshear bond strength of composite to enamel. *Dental Materials Journal*, 26(1), 116–121.

Uzel, A., Buyukyilmaz, T., Kayalioglu, M., & Uzel, I. (2006). Temperature rise during orthodontic bonding with various light-curing units - An in vitro study. *The Angle*

Orthodontist, 76(2), 330–334.

Van Meerbeek, B., De Munck, J., Yoshida, Y., Inoue, S., Vargas, M., Vijay, P., ... Vanherle, G. (2003). Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Operative Dentistry*, 28(3), 215–235.

Whittaker, D. K. (1982). Structural variations in the surface zone of human tooth enamel observed by scanning electron microscopy. *Archives of Oral Biology*, 27(5), 383–392.

Wilson, P. R., & Beynon, A. D. (1989). Mineralization differences between human deciduous and permanent enamel measured by quantitative microradiography. *Archives of Oral Biology*, 34(2), 85–88.

Yamada, R., Hayakawa, T., & Kasai, K. (2002). Effect of Using Self-Etching Primer for Bonding Orthodontic Brackets. *The Angle Orthodontist*, 72(6), 558–564.

Zachrisson, B., Usumez, S., & Buyukyilmaz, T. (2017). Bonding in orthodontics. In L. W. Graber, R. L. Vanarsdall, W. . Katherine, & G. J. Huag (Eds.), *Orthodontics Current Principles And Technique* (pp. 812–824). Missouri, USA: Elsevier Health Sciences.

Zamudio-Ortega, C. M., Contreras-Bulnes, R., Scougall-Vilchis, R. J., Morales-Luckie, R. A., Olea-Mejía, O. F., & Rodríguez-Vilchis, L. E. (2014). Morphological, chemical and structural characterisation of deciduous enamel: SEM, EDS, XRD, FTIR and XPS analysis. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 15(1), 275–280.

Zarrinnia, K., Eid, N. M., & Kehoe, M. J. (1995). The effect of different debonding techniques on the enamel surface: An in vitro qualitative study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 108(3), 284–293.

ANEXOS

Anexo 1 - Aprovação da Comissão de Ética da Egas Moniz

Comissão de Ética



Proc. Interno nº 631

inescrf@gmail.com

Ex.ma Senhora
Inês Catarina Roque Ferreira

Monte de Caparica, 21 de março de 2018.

Ex.ma Senhora,

Venho comunicar-lhe que o Pedido de Parecer que submeteu à apreciação da Comissão de Ética da Egas Moniz, com o tema denominado **“Efeito do meio de armazenamento de dentes deciduos na adesão de brackets ortodônticos”** foi aprovado por unanimidade.

Com os melhores cumprimentos,

A Presidente da Comissão de Ética da Egas Moniz

Prof.ª Doutora Maria Fernanda de Mesquita